



TUGAS AKHIR - KI141502

STEGANOGRAFI PADA AUDIO DENGAN *MODIFIKASI LEAST SIGNIFICANT DIGIT*

MUHAMMAD HANIF AMRIZAL
NRP 05111440000077

Dosen Pembimbing I
Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II
Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D.

Departemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



TUGAS AKHIR - KI141502

STEGANOGRAFI PADA AUDIO DENGAN MODIFIKASI *LEAST SIGNIFICANT DIGIT*

MUHAMMAD HANIF AMRIZAL
NRP 0511144000077

Dosen Pembimbing I
Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.

Dosen Pembimbing II
Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D.

Departemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



UNDERGRADUATE THESES - KI141502

STEGANOGRAPHY ON AUDIO WITH LEAST SIGNIFICANT DIGIT MODIFICATION

MUHAMMAD HANIF AMRIZAL
NRP 05111440000077

First Advisor

Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.

Second Advisor

Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D.

Department of Informatics

Faculty of Information and Communication Technology

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LEMBAR PENGESAHAN

STEGANOGRAFI PADA AUDIO DENGAN MODIFIKASI LEAST SIGNIFICANT DIGIT

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer
pada
Bidang Studi Komputasi Berbasis Jaringan
Program Studi S-1 Departemen Informatika
Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD HANIF AMRIZAL
NRP: 05111440000077

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.
(NIP. 197505252003121002)
(Pembimbing 1)
2. Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc., Ph.D.
(NIP. 194806191973011001)
(Pembimbing 2)

SURABAYA
JULI, 2018

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

STEGANOGRAFI PADA AUDIO DENGAN MODIFIKASI *LEAST SIGNIFICANT DIGIT*

Nama Mahasiswa : Muhammad Hanif Amrizal
NRP : 05111440000077
Departemen : Informatika FTIK-ITS
Dosen Pembimbing 1 : Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.
Dosen Pembimbing 2 : Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D.

Abstrak

Keamanan data sudah menjadi hal yang penting dan dibutuhkan. Terdapat berbagai cara untuk menjaga keamanan data. Salah satunya yaitu steganografi. Steganografi merupakan cara untuk menyembunyikan pesan rahasia ke dalam media tertentu. Berbagai macam metode yang digunakan untuk steganografi tersebut, salah satunya adalah *Least Significant Digit* (LSD). LSD merupakan perkembangan dari *Least Significant Bit* (LSB) yang bersifat *reversible*. Jadi *stego-file* dapat dikembalikan lagi menjadi berkas *payload* dan audio original seperti semula.

Pada Tugas Akhir kali ini akan dilakukan pengembangan metode LSD. Pengembangan yang dilakukan menggunakan media audio. Tahapan yang dilakukan ada 2 yaitu tahap penyisipan yang dimulai dari mencari *pivoting point*, segmentasi *payload*, *reduce payload*, penyisipan, *smoothing*. Serta tahap ekstraksi yang dimulai dari mencari *pivoting point*, *smoothing*, pengembalian *payload*, *reduce payload*, rekonstruksi *payload*. Hasil dari uji coba yang dilakukan didapatkan adanya peningkatan kapasitas audio dan peningkatan kualitas *stego-audio*.

Kata kunci Steganografi, Data Hiding, LSB, LSD, Audio, *Reversible*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

STEGANOGRAPHY ON AUDIO WITH *LEAST SIGNIFICANT DIGIT* MODIFICATION

Student's Name : Muhammad Hanif Amrizal
Student's ID : 05111440000077
Department : Informatika FTIK-ITS
First Advisor : Tohari Ahmad, S.Kom., MIT., Ph.D.
Second Advisor : Prof. Ir. Supeno Djanali, M.Sc, Ph.D.

Abstract

Data security has become important and necessary. There are various ways to maintain data security. One of them is steganography. Steganography is a way to hide a secret message into certain media. There are various methods used for the steganography, one of them is Least Significant Digit (LSD). LSD is the development method from least significant bits (LSB) which are reversible. Thus, the stego-file can be restored again into payload file and original audio as before.

In this final project, LSD method will be developed. The development is done by using audio media. There are two stages in this development. The first stage is inserting stage which starts from looking for pivoting point, segmenting payload, reducing payload, inserting, and smoothing. The second stage is extracting stage which starts from looking for pivoting point, smoothing, returning payload, reducing payload, reconstructing payload. The result of this experiment shows an improvement in audio capacity and stego-audio quality.

Keyword: Steganography, Data Hiding, LSB, LSD, Audio, Reversible

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdu lillahi rabbil 'alamin, Segala puji bagi Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

“Steganografi pada Audio dengan Modifikasi *Least Significant Digit*”

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memenuhi ujian sidang guna mendapatkan gelar sarjana komputer. Dengan mengerjakan Tugas Akhir ini, penulis dapat belajar, implementasikan dan meningkatkan apa saja yang didapatkan selama menempuh perkuliahan di Teknik Informatika ITS. Harapan dari penulis semoga apa yang tertulis di dalam buku tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan saat ini, serta dapat memberikan kontribusi yang nyata.

Dalam pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir ini tentunya sangat banyak bantuan yang penulis terima dari berbagai pihak, tanpa mengurangi rasa hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT
2. Keluarga Penulis (Bapak, Ibu, Adik, Mbak Ayu, dan lainnya) yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa, bimbingan, moral, dan material yang tak terhingga kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Tohari Ahmad, S.Kom.,MIT.,Ph.D dan Bapak Prof.Ir. Supeno Djanali, M.Sc.,Ph.D selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing dan memberikan motivasi, nasehat dan bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Bapak Darlis Herumurti, S.Kom., M.Kom. selaku kepala jurusan Teknik Informatika ITS.
5. Bapak Dr. Radityo Anggoro, S.Kom., M.Sc. selaku koordinator Tugas Akhir.
6. Seluruh dosen dan karyawan Teknik Informatika ITS yang telah memberikan ilmu dan pengalaman kepada penulis selama menjalani masa studi di ITS.
7. Bapak Mohammed Hatem Ali Al-Hooti yang sudah membantu penulis untuk berdiskusi dalam masalah penelitian steganografi.
8. Teman-teman seperjuangan RMK NCC/KBJ, yang telah menemani dan menyemangati penulis.
9. Admin LAB RMK NCC/KBJ yang telah banyak membantu memfasilitasi sarana dan prasarana dalam pengerjaan.
10. Teman-teman angkatan 2014 yang sudah mendukung penulis selama perkuliahan.
11. Teman-teman SMAN 3 Surakarta terutama Kelas Aksel 1 yang sudah mendukung dan memberi semangat penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
12. Teman-teman dari SMPN 5 Surakarta (Andan, Jeri, Tatas, Ucil, Joshua, Ian, Memet, Annisa, April, Berti, Dita, dan lainnya) yang sudah mendukung dan memberi semangat penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Penulis telah berusaha sebaik-baiknya dalam menyusun tugas akhir ini, namun penulis mohon maaf apabila terdapat kekurangan, kesalahan maupun kelalaian yang telah penulis lakukan. Kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan sebagai bahan perbaikan selanjutnya.

Surabaya, Juli 2018

Muhammad Hanif Amrizal

DAFTAR ISI

Abstrak	vii
Abstract	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR KODE PROGRAM	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Permasalahan.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi.....	3
1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir.....	4
1.6.2 Studi Literatur.....	4
1.6.3 Implementasi Sistem.....	4
1.6.4 Pengujian dan Evaluasi.....	4
1.6.5 Penyusunan Buku.....	5
1.7 Sistematika Penulisan Laporan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Steganografi.....	7
2.2 <i>Least Significant Bit</i> (LSB).....	9
2.3 <i>Least Significant Digit</i> (LSD).....	9
2.4 <i>Means Square Error</i> (MSE).....	10
2.5 <i>Signal-to-Noise Ratio</i> (SNR).....	10
2.6 <i>Peak Signal-to-Noise Ratio</i> (PSNR).....	11
2.7 <i>The Pearson correlation coefficient</i> (PCC).....	11
2.8 PyCharm dengan Anaconda Package Manager.....	12
2.9 Python.....	12
BAB III PERANCANGAN	13
3.1 Deskripsi Umum.....	13

3.2	Perancangan Data	14
3.2.1	Data Masukkan	15
3.2.2	Data Keluaran.....	15
3.2.3	Data Informasi Perhitungan.....	15
3.3	Perancangan Modifikasi Metode LSD.....	16
3.3.1	Tahap Penyisipan	16
3.3.1.1	Normalisasi	18
3.3.1.2	<i>Pivoting Point</i>	18
3.3.1.3	Segmentasi <i>Payload</i>	21
3.3.1.4	<i>Reduce Payload</i>	21
3.3.1.5	Penyisipan <i>Payload</i>	22
3.3.1.6	<i>Smoothing</i>	22
3.3.1.7	Penggabungan	24
3.3.1.8	Denormalisasi	25
3.3.1.9	Pembuatan <i>stego-audio</i>	25
3.3.2	Tahap Ekstraksi	25
3.3.2.1	Normalisasi	27
3.3.2.2	<i>Smoothing</i>	27
3.3.2.3	Pemecahan Sampel	28
3.3.2.4	<i>Pivoting Point</i>	28
3.3.2.5	Denormalisasi	28
3.3.2.6	Rekonstruksi Audio Asli	28
3.3.2.7	Pengambilan <i>Payload</i>	28
3.3.2.8	Rekonstruksi <i>Payload</i>	29
BAB IV	IMPLEMENTASI.....	31
4.1	Modul Penyisipan	31
4.1.1	Fungsi <i>Sampling</i>	31
4.1.2	Fungsi <i>Pivotingpoint</i>	32
4.1.3	Fungsi <i>ambilpayload</i>	34
4.1.4	Fungsi <i>reducepayload</i>	35
4.1.5	Fungsi <i>penyisipan</i>	36
4.1.6	Fungsi <i>smoothing</i>	36
4.1.7	Fungsi <i>penggabungan</i>	39

4.1.8	Fungsi <i>final</i>	40
4.2	Modul Ekstraksi	40
4.2.1	Fungsi <i>Sampling</i>	40
4.2.2	Fungsi <i>Pemecahan</i>	41
4.2.3	Fungsi <i>Smoothing</i>	41
4.2.4	Fungsi <i>Pivotingpoint</i>	42
4.2.5	Fungsi <i>Pengambilanpayload</i>	42
4.2.6	Fungsi <i>Pengembalianaudio</i>	42
4.3	Modul Analisis	43
4.3.1	Fungsi <i>MSE</i>	43
4.3.2	Fungsi <i>SNR</i>	43
4.3.3	Fungsi <i>PSNR</i>	43
4.3.4	Fungsi <i>PCC</i>	44
BAB V UJI COBA DAN EVALUASI.....		45
5.1	Uji Coba	45
5.2	Lingkungan Uji Coba	45
5.3	Data Pengujian	46
5.3.1	<i>Cover Audio</i>	46
5.3.2	<i>Payload</i>	46
5.4	Skenario Uji Coba dan Evaluasi Pengujian	47
5.4.1	Skenario Uji Coba 1	48
5.4.2	Evaluasi Uji Coba 1	58
5.4.3	Skenario Uji Coba 2	59
5.4.4	Evaluasi Uji Coba 2	61
5.4.5	Skenario Uji Coba 3	62
5.4.6	Evaluasi Uji Coba 3	63
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
6.1	Kesimpulan	65
6.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		67
LAMPIRAN.....		69
B.1	Hasil Uji Coba 2 pada <i>Stego-audio1</i>	69
B.2	Hasil Uji Coba 2 pada <i>Stego-audio2</i>	85
B.3	Hasil Uji Coba 2 pada <i>Stego-audio3</i>	102

B.4 Hasil Uji Coba 2 pada <i>Stego-audio4</i>	118
B.5 Hasil Uji Coba 2 pada <i>Stego-audio5</i>	135
BIODATA PENULIS	153

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Steganografi pada Citra.....	8
Gambar 3.1	Diagram Alir Tahap Penyisipan.....	17
Gambar 3.2	Diagram Alir Tahap Ekstraksi	26
Gambar 5.1	Sinyal Audio1 Asli.....	59
Gambar 5.2	Sinyal Audio1 Asli dengan Sampel 2 Kali Lipat ...	60

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Informasi Perhitungan.....	16
Tabel 5.1 Lingkungan Uji Coba	45
Tabel 5.2 Detil Cover Audio	46
Tabel 5.3 Detil Payload	47
Tabel 5.4 Uji Coba 1 pada Audio1 dengan Payload 10Kb.....	48
Tabel 5.5 Uji Coba 1 pada Audio1 dengan Payload 50Kb.....	49
Tabel 5.6 Uji Coba 1 pada Audio1 dengan Payload 100Kb.....	49
Tabel 5.7 Uji Coba 1 pada Audio2 dengan Payload 10Kb.....	50
Tabel 5.8 Uji Coba 1 pada Audio2 dengan Payload 50Kb.....	51
Tabel 5.9 Uji Coba 1 pada Audio2 dengan Payload 100Kb.....	51
Tabel 5.10 Uji Coba 1 pada Audio3 dengan Payload 10Kb.....	52
Tabel 5.11 Uji Coba 1 pada Audio3 dengan Payload 50Kb.....	53
Tabel 5.12 Uji Coba 1 pada Audio3 dengan Payload 100Kb.....	53
Tabel 5.13 Uji Coba 1 pada Audio4 dengan Payload 10Kb.....	54
Tabel 5.14 Uji Coba 1 pada Audio4 dengan Payload 50Kb.....	55
Tabel 5.15 Uji Coba 1 pada Audio4 dengan Payload 100Kb.....	55
Tabel 5.16 Uji Coba 1 pada Audio5 dengan Payload 10Kb.....	56
Tabel 5.17 Uji Coba 1 pada Audio5 dengan Payload 50Kb.....	57
Tabel 5.18 Uji Coba 1 pada Audio5 dengan Payload 100Kb.....	57
Tabel 5.19 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan penyisipan payload yang berbeda.....	60
Tabel 5.20 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 yang Disisipkan Payload 100Kb dengan Parameter Reduce Payload.....	61
Tabel 5.21 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 yang Disisipkan Payload 100Kb dengan Parameter Smoothing.....	61
Tabel 5.22 Nilai PSNR dan PCC dari audio hasil ekstraksi	62
Tabel B.1 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	69
Tabel B.2 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali	71
Tabel B.3 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	72

Tabel B.4 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	74
Tabel B.5 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	76
Tabel B.6 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali.....	78
Tabel B.7 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	80
Tabel B.8 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	82
Tabel B.9 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio1 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali.....	83
Tabel B.10 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	85
Tabel B.11 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	87
Tabel B.12 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali.....	89
Tabel B.13 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	91
Tabel B.14 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	93
Tabel B.15 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali.....	94
Tabel B.16 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	96
Tabel B.17 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	98
Tabel B.18 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio2 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	100
Tabel B.19 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	102
Tabel B.20 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	104

Tabel B.21 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	105
Tabel B.22 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	107
Tabel B.23 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali	109
Tabel B.24 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	111
Tabel B.25 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	113
Tabel B.26 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali	115
Tabel B.27 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio3 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	116
Tabel B.28 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	118
Tabel B.29 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali	120
Tabel B.30 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	122
Tabel B.31 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	124
Tabel B.32 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali	126
Tabel B.33 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	127
Tabel B.34 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	129
Tabel B.35 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali	131
Tabel B.36 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio4 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali	133
Tabel B.37 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali	135

Tabel B.38 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	137
Tabel B.39 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 10Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali.....	138
Tabel B.40 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	140
Tabel B.41 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	142
Tabel B.42 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 50Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	144
Tabel B.43 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 1 Kali.....	146
Tabel B.44 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 2 Kali.....	147
Tabel B.45 Hasil Uji Coba 2 pada Stego-audio5 dengan payload 100Kb dan Smoothing Sebanyak 3 Kali.....	149

DAFTAR KODE PROGRAM

Pseudocode 4.1	Membaca sampel Audio	31
Pseudocode 4.2	Mengambil Payload.....	32
Pseudocode 4.3	Proses Interpolasi	32
Pseudocode 4.4	Proses mencari ruang.....	33
Pseudocode 4.5	Proses mendapatkan kapasitas payload yang dimasukkan.....	34
Pseudocode 4.6	Proses segmentasi payload	35
Pseudocode 4.7	Proses Reduce Payload.....	36
Pseudocode 4.8	Proses Penyisipan Payload	36
Pseudocode 4.9	Proses smoothing.....	39
Pseudocode 4.10	Proses penggabungan	39
Pseudocode 4.11	Proses Denormalisasi dan Pembuatan Stego-audio	40
Pseudocode 4.12	Pengambilan Data Informasi Perhitungan	40
Pseudocode 4.13	Proses Pemecahan Sampel	41
Pseudocode 4.14	Proses Pengembalian Nilai dari Smoothing ...	41
Pseudocode 4.15	Proses Pengembalian Payload	42
Pseudocode 4.16	MSE.....	43
Pseudocode 4.17	SNR	43
Pseudocode 4.18	PSNR	44
Pseudocode 4.19	PCC	44

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, Media digital sangatlah diminati banyak orang. Pesatnya teknologi saat ini juga memudahkan pertukaran informasi melalui internet. Dengan adanya koneksi internet, media digital menjadi sangat mudah untuk diakses oleh banyak orang diseluruh dunia sebagai media bertukar informasi. Semakin pesatnya perkembangan tersebut, kebutuhan manusia dalam bertukaran informasi juga meningkat. Disisi lain, keamanan menjadi salah satu masalah yang dihadapi dalam menjaga keaslian informasi dan tidak terjadi adanya penyalahgunaan. Masalah yang sangat sering dijumpai adalah bocornya data perusahaan, penyadapan media data, kehilangan data perusahaan, penyebaran data palsu, dan lain lain. Salah satu bentuk data yang sering dijumpai yaitu berupa media data. Sebagai contoh audio. Saat seseorang mengirimkan suatu informasi data rahasia dalam bentuk audio ke orang yang dituju. Secara otomatis audio tersebut haruslah diberi keamanan agar informasi dari orang tersebut tidak bisa diakses sembarangan oleh orang lain selain yang di tuju. Maka dari itu bagaimana cara agar orang tersebut dapat mengirim audio tersebut ke tujuannya dengan aman. Salah satu cara yang digunakan adalah menggunakan teknik steganografi.

Steganografi merupakan teknik penyembunyian data dengan memanfaatkan media tertentu. Tujuan dari steganografi adalah untuk menyembunyikan suatu data ke dalam media tanpa diketahui oleh pihak yang tidak memiliki akses atas data tersebut bahwa terdapat data di dalam media steganografi [1]. Berbeda dengan teknik kriptografi yang pesan dalam *chipertext* masih bisa dicurigai terdapat pesan rahasia. Kalau steganografi pesan tersebut tidak dapat diterima oleh indera manusia. Hasil media yang telah diisi pesan menggunakan steganografi setidaknya sama dengan

media aslinya. Media yang digunakan pada steganografi diantaranya media teks, gambar, audio, dan video.

Banyak penelitian yang mengembangkan metode steganografi. Pengembangan tersebut diantaranya ada yang meningkatkan kualitas, kuantitas, maupun keduanya, bisa berupa kapasitas penyisipan yang dioptimalkan maupun sedikitnya perbedaan antara hasil media yang asli dengan media steganografi. Metode steganografi yang sering diimplementasikan adalah *Least Significant Bit* (LSB). LSB sangatlah mudah dan sering digunakan tetapi memiliki keterbatasan pada kapasitas data rahasia yang disisipkan. Maka dari itu, salah satu metode yang mengembangkan metode LSB adalah metode *Least Significant Digit* (LSD). LSD mampu mengurangi kekurangan dari metode LSB. Tetapi Pada LSD masih memiliki kekurangan dalam implementasinya. Kekurangannya adalah pada kualitas audio yang dihasilkan sangat buruk. Jadi untuk mengatasi kekurangan dari metode LSD tersebut diperlukan sebuah cara untuk meningkatkan kualitas audio yang dihasilkan. Dalam tugas akhir ini, akan dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas dari audio yang dihasilkan dan mengoptimalkan kapasitas penyimpanan data pada media audio dengan memodifikasi metode *Least Significant Digit* (LSD). Hasil yang diharapkan dari metode yang diusulkan adalah banyak data yang dapat dimasukkan kedalam media audio menggunakan metode *Least Significant Digit* yang telah dimodifikasi meningkat dan kualitas dari audio yang berisi data rahasia (*Stego-audio*) meningkat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana cara meningkatkan kapasitas penyimpanan pesan rahasia menggunakan metode *Least Significant Digit* yang sudah dimodifikasi pada berkas audio?

2. Bagaimana cara meningkatkan kualitas *Stego-audio* menggunakan metode *Least Significant Digit* yang sudah dimodifikasi?

1.3 Batasan Permasalahan

Batasan untuk permasalahan tugas akhir ini adalah:

1. Data yang diuji berupa 5 berkas audio dan 3 berkas data yang disembunyikan (*Payload*)
2. Audio yang digunakan berupa berkas audio 16 bit dengan format WAV.
3. *Payload* berupa bilangan biner yang dimasukkan ke dalam berkas TXT.

1.4 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan kapasitas penyimpanan menggunakan metode *Least Significant Digit* yang sudah dimodifikasi.
2. Meningkatkan kualitas *Stego-audio* menggunakan metode *Least Significant Digit* yang sudah dimodifikasi.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diperoleh dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah menambah variasi cara dalam menyisipkan pesan rahasia ke dalam media audio

1.6 Metodologi

Pembuatan Tugas Akhir ini dilakukan dengan menggunakan metodologi sebagai berikut:

1.6.1 Penyusunan Proposal Tugas Akhir

Tahap awal pada pengerjaan tugas akhir ini adalah penyusunan proposal. Proposal tugas akhir ini berisikan rumusan masalah dan apa saja yang dibutuhkan untuk mengembangkan metode *Least Significant Digit* untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan data pada audio. Dimulai dengan pendahuluan yang berisi latar belakang dari diajukannya Tugas akhir ini. Kemudian rumusan masalah yang diangkat pada tugas akhir ini, batasan untuk permasalahan Tugas Akhir, tujuan dari Tugas Akhir, manfaat hasil yang didapat dari Tugas Akhir ini. Selanjutnya yaitu tinjauan pustaka yang berisi referensi pendukung, kemudian ringkasan isi Tugas Akhir yang berisi penjelasan singkat tentang pengerjaan Tugas Akhir yang akan di ajukan. Dan yang terakhir jadwal kegiatan yang menjelaskan jadwal pengerjaan Tugas Akhir.

1.6.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi pendukung pengerjaan tugas akhir. Referensi yang dicari adalah metode steganografi yang digunakan, metode pengolahan audio, metode pengolahan berkas uji coba, serta metode statistika *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), *Signal-to-Noise Ratio* (SNR) *Means Square Error* (MSE), dan *The Pearson correlation coefficient* (PCC).

1.6.3 Implementasi Sistem

Implementasi dilakukan untuk membangun metode tersebut. Implementasi berupa modifikasi dari metode yang diajukan.

1.6.4 Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan mengimplementasikan Tugas Akhir menggunakan perangkat

lunak dengan bahasa pemrograman *Python* untuk mendapatkan evaluasi tugas akhir dengan data uji coba yang ada. Hasil dari evaluasi tersebut berupa banyaknya ukuran data yang bisa dimasukkan serta kemiripan antara audio yang asli dengan *stego-audio* menggunakan perhitungan MSE, PSNR dan SNR.

1.6.5 Penyusunan Buku

Pada tahap ini dilakukan penyusunan buku yang menjelaskan seluruh konsep, teori dasar dari metode yang digunakan, implementasi, serta hasil yang telah dikerjakan sebagai dokumentasi dari pelaksanaan Tugas Akhir.

1.7 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Bab I. Pendahuluan

Bab ini berisikan penjelasan mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi, dan sistematika penulisan dari pembuatan Tugas Akhir.

2. Bab II. Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi kajian teori atau penjelasan dari metode, algoritma, *library*, dan *tools* yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

3. Bab III. Perancangan

Bab ini berisi pembahasan mengenai urutan langkah langkah pembuatan sistem yang akan dibangun dan disajikan dalam bentuk diagram alir. Penjelasan rancangan yang akan dipaparkan meliputi perancangan data yang berisi data masukan, data keluaran, data informasi perhitungan. Kemudian tahap perancangan yang berisi tahap penyisipan dan tahap pengembalian menggunakan metode LSD yang dimodifikasi dan tahap normalisasi dan denormalisasi pada sampel berkas audio

4. Bab IV. Implementasi

Bab ini menjelaskan tentang implementasi dari modifikasi LSD dimulai dari tahap penyisipan, tahap ekstraksi, dan analisis hasil.

5. Bab V. Hasil Uji Coba dan Evaluasi

Bab ini berisikan hasil uji coba dan evaluasi dari implementasi yang telah dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang dibahas pada Tugas Akhir.

6. Bab VI. Kesimpulan dan Saran

Bab ini merupakan bab yang menyampaikan kesimpulan dari hasil uji coba yang dilakukan dan saran untuk pengembangan solusi ke depannya.

7. Daftar Pustaka

Bab ini berisi daftar pustaka yang dijadikan literatur dalam Tugas Akhir.

8. Lampiran

Dalam lampiran terdapat tabel-tabel data hasil uji coba.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi pembahasan mengenai teori-teori dasar atau penjelasan dari metode dan *tools* yang digunakan dalam Tugas Akhir. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap program yang dibuat dan berguna sebagai penunjang dalam pengembangan riset yang berkaitan.

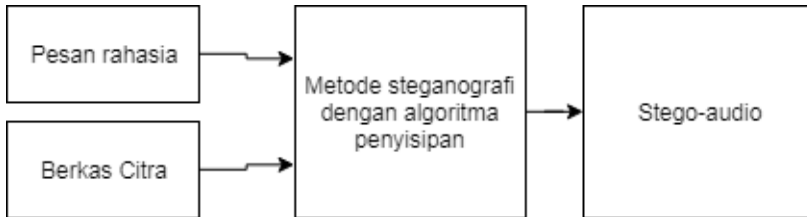
2.1 Steganografi

Steganografi merupakan suatu seni untuk menyembunyikan suatu informasi dalam berkomunikasi [1]. Steganografi berasal dari Bahasa Yunani yang berarti tulisan tersembunyi. Kata “steganos” berarti tertutup dan “graphial” berarti menulis. Tujuan dari steganografi adalah untuk menyembunyikan suatu data ke dalam media tanpa diketahui oleh pihak yang tidak memiliki akses atas data tersebut bahwa terdapat data di dalam media steganografi [2]. Jenis jenis steganografi diantaranya:

1. Steganografi teks: Pesan rahasia disisipkan ke dalam bentuk tulisan atau teks. Metode yang ada untuk steganografi adalah *Format Based Method*, *Random and Statical Method*, dan *Linguistics Method*.
2. Steganografi audio: Pesan rahasia disisipkan ke dalam audio. Metode yang ada untuk steganografi adalah *Low Bit Encoding*, *Phase Coding*, dan *Spread Sprectrum*.
3. Steganografi video: Pesan rahasia disisipkan ke dalam frame yang berisi gambar pada video.
4. Steganografi citra: Pesan rahasia disisipkan ke dalam citra. Citra yang sering digunakan yaitu *grayscale*.
5. Steganografi jaringan atau protokol: Pesan rahasia disisipkan ke dalam protokol jaringan seperti TCP, UDP, ICMP, IP, dan lain lain.

Steganografi terdiri dari pesan rahasia dan cover media. Pesan tersebut disisipkan ke dalam cover media dan menghasilkan stego-

media. Sebagai contoh diagram steganografi pada citra seperti gambar dibawah ini.



Gambar 2.1 Diagram Steganografi pada Citra

Beberapa teknik yang sering digunakan dalam steganografi adalah [2]:

1. *Spatial Domain Methods*: Metode ini pesan rahasia disisipkan secara langsung ke dalam *pixel*. Jadi nilai dari *pixel* tersebut akan langsung berubah maupun tidak tergantung dengan metodenya. Contoh seperti *Least Significant Bit (LSB)*, *Pixel value differencing (PVD)*, *Edges based data embedding method (EBE)*, dan lain lain.
2. *Spread Spectrum Technique*: Metode ini menggunakan konsep *Spread Spectrum* dimana data rahasia akan disimpan di *bandwidth* frekuensi. Teknik ini sangat kuat dan banyak digunakan dalam komunikasi militer.
3. *Statistical Technique*: Metode ini menyimpan pesan rahasia dengan mengubah blok blok bit pada media.

Faktor faktor yang mempengaruhi steganografi adalah [2]:

1. Banyaknya kapasitas penyimpanan data rahasia pada media.
2. Perbedaan antara *stego-audio* dengan audio asli yang menghasilkan *error*. Error tersebut akan mempengaruhi *stego-audio* apakah sinyal mendekati sama dengan audio aslinya.
3. Ketahanan *stego-audio* apabila *stego-audio* tersebut sebagian data berubah atau hilang apakah masih bisa dikembalikan lagi pesan rahasianya.

2.2 *Least Significant Bit (LSB)*

Least Significant Bit (LSB) merupakan salah satu metode dari steganografi yang sering digunakan dan mudah untuk di implementasikan. LSB memiliki sifat *reversible* yang artinya dapat dikembalikan kembali. Cara penyisipan dari LSB ini adalah dengan substitusi yang berurutan, mengganti nilai bit pada cover media. Sebagai contoh tahapan penyisipan pada citra adalah:

1. Pertama dengan mengubah *payload* dan citra.
2. Pecah *payload* menjadi pecahan bit, contoh 1011001 dipecah menjadi 1, 0, 1, 1, 1, 0, 0, dan 1.
3. Sisipkan *payload* ke dalam media dengan cara mengubah bit, contoh 10010001 ditambah 1 bit menjadi 10010010.

LSB memang sangat sederhana karena hanya mengubah 1 bit dari citra. Jadi pada berkas citra tersebut setelah disisipkan pesan rahasia menjadi tidak terlalu terpengaruh. Tetapi LSB memiliki kelemahan yaitu sangat rentan kehilangan data [3].

2.3 *Least Significant Digit (LSD)*

Least Significant Digit (LSD) merupakan algoritma pengembangan dari algoritma LSB. Pesan rahasia yang digunakan tidak dalam bentuk biner, tetapi dalam bentuk integer. Jadi setiap sampel yang dimasukkan pada media akan berisi beberapa digit biner yang akan di rubah ke dalam bentuk integer saat proses penyisipan. Pada LSD terdapat peningkatan dalam kapasitas penyimpanan data pesan rahasia. Masalah baru yang didapatkan pada metode LSD adalah semakin besar kapasitas yang dimasukkan semakin besar juga kerusakan yang terjadi pada media tersebut. Permasalahan ini bisa di cegah menggunakan *pivoting point* [4] dan teknik *smoothing* [5].

Penelitian telah dilakukan dengan menggunakan berkas citra dan algoritma LSD. Pada penelitian tersebut, dibutuhkan nilai integer dari warna layer (RGB) dari setiap *pixel* gambar yang akan digunakan

sebagai media pembawa. Pada proses penyisipan data tidak melibatkan pengolahan data biner. Nilai integer diperoleh dari *pixel* yang ada pada layer dengan range 0 hingga 255. Data yang akan disembunyikan berupa nilai dari ASCII berbentuk biner. Data yang disembunyikan tersebut diubah ke dalam nilai integer. Media pembawa dan data yang akan disembunyikan sudah dapat diproses karena nilainya sudah dalam bentuk integer. Setelah itu, data yang akan disembunyikan ditambah dengan data media pembawa. Sebagai contoh, gambar memiliki nilai RGB=(200 030 150). Dan data yang akan disembunyikan bernilai 1111 jika diubah dalam bentuk integer menjadi 15. Selanjutnya dilakukan pemilihan nilai terkecil dari ketiga layer RGB tersebut sehingga didapatkan nilainya yaitu 030 pada layer G. Kemudian dijumlahkan nilai tersebut dan hasilnya adalah 045. Sehingga hasil gambar yang baru menjadi RGB=(200 045 150) [3].

2.4 Means Square Error (MSE)

Means Square Error (MSE) digunakan untuk mencari error antara sinyal sampe audio asli dengan sinyal sampel *stego-audio*. Rumus untuk menghitung MSE yaitu (1):

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (S_i - S'_i)^2 \quad (1)$$

Notasi N merupakan banyaknya sampel pada audio. Notasi S_i merupakan sinyal dari audio asli. Notasi S'_i merupakan sinyal dari *stego-audio* [6].

2.5 Signal-to-Noise Ratio (SNR)

Signal-to-Noise Ratio (SNR) merupakan perbandingan rasio antara kekuatan sinyal dengan *noise*. Pada Tugas Akhir ini, SNR digunakan untuk mencari perbandingan kualitas antara sinyal audio

asli dengan sinyal sampel *stego-audio*. Hasil SNR di representasikan ke dalam desibel (dB). SNR dapat dihitung menggunakan rumus (2):

$$SNR = 10 * \log_{10} \left(\frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i^2}{MSE} \right) \quad (2)$$

Notasi N merupakan banyaknya sampel pada audio. Notasi S_i^2 merupakan perbedaan antara sinyal sampel asli dengan sinyal sampel *stego-audio* [6].

2.6 *Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR)*

Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) hampir sama dengan SNR. Tetapi metode ini menggunakan nilai maksimum dari sampel audio. Nilai maksimum ini dapat ditentukan dengan mencari nilai dari *bit-depth* audio. PSNR dapat dihitung menggunakan rumus (3):

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(2^b - 1)^2}{MSE} \quad (3)$$

Notasi 2^b merupakan nilai maksimum dari *bit-depth* dimana b bernilai 16bit [6].

2.7 *The Pearson correlation coefficient (PCC)*

The Pearson correlation coefficient (PCC) merupakan analisa dari hubungan 2 variabel yang salah satunya dapat digunakan untuk mengukur kesamaan antara *stego-audio* dengan audio asli [6]. Pada Tugas Akhir ini akan digunakan untuk mengukur kesamaan *payload* yang akan disisipkan dengan *payload* yang didapatkan kembali

setelah dilakukan steganografi. Nilai yang dihasilkan nilai dari interval 0 dan 1. Rumus yang digunakan adalah (4).

$$PCC = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (4)$$

Notasi x_i adalah pesan rahasia awal dan y_i adalah pesan rahasia setelah di ekstraksi. \bar{x} adalah rata rata dari pesan rahasia awal dan \bar{y} adalah rata rata dari pesan rahasia setelah di ekstraksi [6].

2.8 PyCharm dengan Anaconda Package Manager

PyCharm adalah aplikasi *integrated development environment* (IDE) yang dikembangkan oleh perusahaan JetBrains yang digunakan untuk mengeksekusi bahasa pemrograman. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python [7]. Aplikasi ini akan menggunakan *Anaconda Package Manager* sebagai *Project Interpreter* dimana *library* yang akan digunakan berada pada anaconda. *Library* tersebut diantaranya Scypi dan numpy.

2.9 Python

Python merupakan bahasa pemrograman yang mudah dipahami, berorientasi objek, dan termasuk bahasa pemrograman tingkat tinggi [8]. Bahasa pemrograman Python bersifat *open source*. Python juga memiliki *library* dan modul yang banyak [9].

BAB III PERANCANGAN

Perancangan merupakan bagian penting dari pembuatan sistem secara teknis sehingga bab ini secara khusus menjelaskan perancangan sistem yang dibuat dalam Tugas Akhir. Berawal dari deskripsi umum sistem hingga perancangan skenario, alur dan implementasinya.

3.1 Deskripsi Umum

Tugas Akhir ini akan di buat sebuah sistem perangkat lunak yang mengimplementasikan metode *Least Significant Digit* (LSD) menggunakan bahasa pemrograman Python. Secara garis besar metode ini terdiri dari 2 proses, yaitu proses penyisipan dan proses ekstraksi. Pada proses penyisipan terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu tahap normalisasi sampel audio, tahap *pivoting point*, tahap segmentasi *payload*, tahap *reduce payload*, tahap menyisipkan *payload* ke sampel audio, tahap *smoothing*, tahap penggabungan, tahap denormalisasi sampel, dan tahap pembuatan *stego-audio*. Pada proses ekstraksi terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu tahap normalisasi audio, tahap *smoothing*, tahap pemecahan sampel, tahap pengembalian audio asli, tahap *pivoting point*, tahap pengambilan *payload*, tahap *reduce payload*, dan tahap pembentukan *payload*.

Proses penyisipan merupakan proses menyisipkan data ke dalam sampel audio. Tahapan pertama yang dilakukan adalah tahap normalisasi sampel. Tahapan ini dilakukan dengan menambahkan sampel dengan nilai maksimum *bit-depth* audio 16 bit. Setelah itu masuk ke tahap *pivoting point*. Tahap ini dibagi menjadi 2 proses, yang pertama adalah proses mencari *Payload* yang bisa dimasukan tiap sampel, yang kedua adalah proses interpolasi. Kemudian masuk ke tahap segmentasi *payload*. Pada tahap ini *payload* yang berisi biner akan dibagi berdasarkan batas *payload* yang dimasukan tiap sampel. Setelah itu *payload*. Akan diubah dalam bentuk desimal. Tahap selanjutnya adalah *reduce payload*. Tahap ini mengurangi nilai

payload tiap sampel menjadi lebih kecil. Tahap selanjutnya adalah tahap menyisipkan *payload* ke sampel audio. Jadi tiap *payload* akan dimasukkan ke tiap sampel interpolasi secara berurutan. Tahap selanjutnya adalah *tahap smoothing*. Tahap ini dilakukan penghalusan pada sampel interpolasi yang sudah di sisipkan *payload*. Tahap selanjutnya adalah tahap penggabungan. Tahap ini menggabungkan antara sampel audio asli dengan sampel hasil tahapan *smoothing*. Tahap selanjutnya adalah tahap denormalisasi. Tahap ini mengubah sampel dengan mengurangi sampel hasil tahap penggabungan dengan nilai maksimum *bit-depth* audio 16 bit. Tahap terakhir adalah tahap pembuatan audio. Pada tahap ini dimana sampel yang sudah di denormalisasi akan dibuat menjadi *stego-audio* dengan format WAV.

Proses ekstraksi merupakan proses mengembalikan audio asli dan *payload* dari *stego-audio*. tahapan hampir sama dengan proses penyisipan. Tahapan pertama adalah normalisasi *stego-audio*. Kemudian masuk ke tahapan *smoothing*. Tahapan selanjutnya adalah tahap pemecahan sampel dimana hasil pemecahan akan diambil dan menuju ke tahap pengembalian audio asli. Setelah itu masuk ketahapan *pivoting point* dimana pada tahapan ini akan dicari interpolasi sampel dan batas *payload* yang bisa dimasukkan yang hasilnya akan digunakan untuk mendapatkan *payload* kembali. Setelah *payload* didapatkan kembali kemudian masuk ke tahap pengambilan *payload*. Tahap selanjutnya adalah tahap *reduce payload*. Kemudian tahap yang terakhir adalah tahap pembentukan *payload*.

3.2 Perancangan Data

Pada subbab kali ini akan dijelaskan tentang perancangan data yang berisi data masukan yang akan diolah oleh sistem dan data keluaran yang akan menghasilkan keluaran dari sistem pada Tugas Akhir ini.

3.2.1 Data Masukkan

Data masukkan adalah data awal yang akan digunakan oleh sistem saat proses data. Data tersebut dibagi menjadi 2, yaitu berkas audio dan *Payload*. Pada proses steganografi memiliki 2 tahapan yaitu tahap penyisipan dan tahap ekstraksi. Pada tahap penyisipan spesifikasi data masukkan tersebut adalah audio yang memiliki format WAV dengan *bit-depth* 16 bit, channel mono, serta *sampel rates* sebesar 44100 Hz. Untuk *payload* yang digunakan menggunakan format TXT.

Pada tahap ekstraksi spesifikasi data masukan yang dibutuhkan adalah *stego-audio* yang memiliki format WAV dengan *bit-depth* 16 bit, channel mono, serta *sampel rates* sebesar 88200 Hz. Data informasi Perhitungan yang menggunakan format TXT.

3.2.2 Data Keluaran

Data keluaran adalah data yang akan dihasilkan sistem setelah melakukan sebuah proses. Pada tahap penyisipan data yang dihasilkan yaitu *stego-audio* dan data informasi perhitungan. Spesifikasi dari *stego-audio* itu adalah memiliki format WAV dengan *bit-depth* 16 bit, channel mono, serta *sampel rates* sebesar 88200 Hz. Sedangkan data informasi perhitungan menggunakan format TXT.

Pada tahap ekstraksi spesifikasi data keluaran adalah audio yang memiliki format WAV dengan *bit-depth* 16 bit, channel mono, serta *sampel rates* sebesar 44100 Hz. Serta *payload* dengan format TXT.

3.2.3 Data Informasi Perhitungan

Data informasi perhitungan merupakan data yang berisi hasil perhitungan dari sistem yang akan digunakan untuk mendapatkan kembali nilai perhitungan sebelum proses ekstraksi selesai. Data informasi perhitungan disimpan pada saat sebelum proses penyisipan selesai. Data tersebut digunakan juga untuk merekonstruksi *payload*

agar hasil sesuai. Isi dari data informasi perhitungan tersebut ditunjukkan pada tabel

Tabel 3.1 Data Informasi Perhitungan

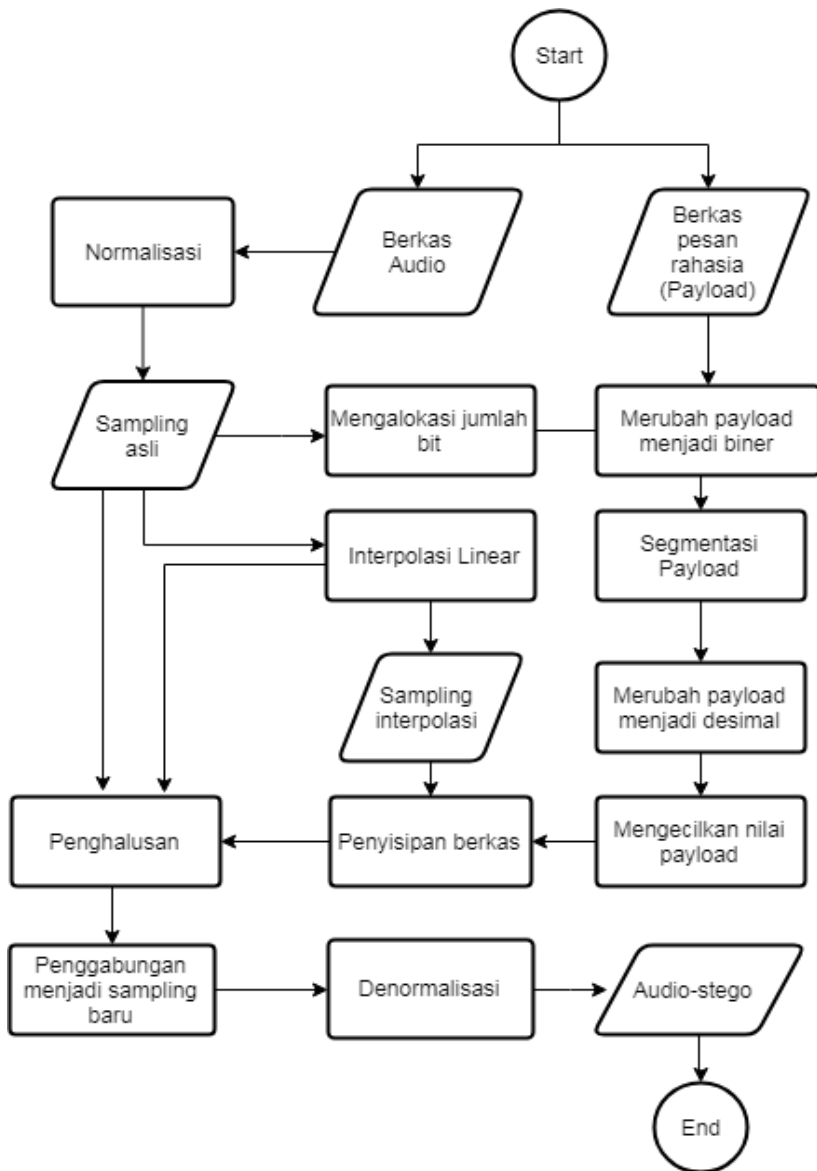
No	Nama informasi perhitungan	Keterangan
1	Perhitungan <i>Reduce Payload</i>	Informasi yang berisi suatu nilai
2	Perhitungan <i>smoothing</i>	Informasi yang berisi suatu nilai
3	Batas Akhir <i>Payload</i>	Informasi yang berisi batas terakhir dari <i>payload</i> beserta panjang dari sampel batas akhir tersebut

3.3 Perancangan Modifikasi Metode LSD

Pada Tugas Akhir kali ini akan dilakukan modifikasi terhadap metode LSD. Modifikasi ini dilakukan berdasarkan dari metode yang diusulkan oleh tegar dkk serta jung dan yoo [4] [5] [10]. Modifikasi pada tugas akhir ini dilakukan pada tahap penyisipan dan tahap ekstraksi.

3.3.1 Tahap Penyisipan

Pada tahap ini menjelaskan rancangan secara detil mengenai proses penyisipan. Skema dari tahap penyisipan dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahap Penyisipan

3.3.1.1 Normalisasi

Pada tahap ini berkas audio yang menggunakan format WAV diambil sampelnya. Setelah itu sampel tersebut diubah nilai sampelnya menjadi *unsigned* 16 bit dengan jarak dari 0 sampai 65535. Cara mengubahnya adalah dengan menambahkan nilai pada sampel dengan nilai positif maksimum dari 16 bit yaitu 32767. Setelah itu akan menghasilkan sampel asli yang berisi sampel audio asli yang sudah di normalisasi.

3.3.1.2 Pivoting Point

Setelah sampel di normalisasi, tahapan selanjutnya yaitu *pivoting point*. Tahap ini sangat penting dalam mencari kapasitas *payload* yang bisa disisipkan ke audio. Proses dalam tahap *pivoting point* ada 2, yaitu proses mencari digit *payload* yang bisa disisipkan ke dalam tiap sampel dan proses interpolasi.

Pada proses mencari digit *payload* yang bisa dimasukkan ke dalam tiap sampel. Hal pertama yang dilakukan adalah dengan mencari ruang tiap sampelnya. Rumus yang digunakan untuk mencari ruang tiap sampelnya dimulai dengan rumus (5) kemudian dilanjutkan ke rumus (8).

$$v_n = \left\lfloor \frac{ymax_n + ymin_n + y_n}{3} \right\rfloor \quad (5)$$

$$ymax_n = \max \left(\{y_i\}_{i=n}^{k_n+(n-1)} \right) \quad (6)$$

$$ymin_n = \min \left(\{y_i\}_{i=n}^{k_n+(n-1)} \right) \quad (7)$$

Notasi v_n adalah hasil dari rumus segmentasi, dimana pada rumus tersebut y_{max_n} adalah nilai maksimum dari segmen y_i (6), dimana y_i berisi sampel y dari $i=n$ sampai dengan $k+(n-1)$. n merupakan indeks audio, k adalah batas dari segmen tersebut yang akan digunakan untuk mencari nilai pada rumus (6) dan (7). Batas tersebut dapat ditentukan sesuai kebutuhan dan harus konsisten dalam penggunaan nilai tersebut. Nilai k ini akan mempengaruhi hasil pada rumus (8) karena, jika semakin besar hasil untuk rumus (6) dan semakin kecil hasil untuk rumus (7) maka semakin besar juga nilai yang dihasilkan pada rumus (8). y merupakan sampel audio setelah normalisasi. Sama halnya dengan y_{max_n} , y_{min_n} adalah nilai minimum dari segmen y_i (7), dimana y_i berisi sampel y dari $i=n$ sampai dengan $k+(n-1)$.

$$d_n = \begin{cases} |y_{n+1} - v_n|, & \text{if } y_n < y_{n+1} \text{ and } v_n < \frac{y_n + y_{n+1}}{2} \\ |y_n - v_n|, & \text{if } y_n < y_{n+1} \text{ and } v_n > \frac{y_n + y_{n+1}}{2} \\ |y_{n+1} - v_n|, & \text{if } y_n < y_{n+1} \text{ and } v_n = \frac{y_n + y_{n+1}}{2} \\ |y_n - v_n|, & \text{if } y_n > y_{n+1} \text{ and } v_n < \frac{y_n + y_{n+1}}{2} \\ |y_{n+1} - v_n|, & \text{if } y_n > y_{n+1} \text{ and } v_n > \frac{y_n + y_{n+1}}{2} \\ |y_n - v_n|, & \text{if } y_n > y_{n+1} \text{ and } v_n = \frac{y_n + y_{n+1}}{2} \\ |v_n - y_{n-1}|, & \text{if } n = \text{len}(v_n) \\ 1, & \text{if } y_n = y_{n+1} \\ 0, & \text{if } y_n = 0 \text{ or } v_n = 0 \text{ or } y_n = 0 \text{ and } v_n = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Notasi d_n merupakan ruang tiap sampel. Terdapat 9 kondisi untuk menentukan hasil dari d_n sesuai dengan (8). Kemungkinan tersebut diantaranya, pertama jika sampel ke n kurang dari sampel ke $n+1$ dan hasil segmentasi ke n kurang dari sampel ke n ditambah sampel $n+1$ dibagi 2 akan menggunakan rumus $|y_{n+1} - v_n|$. Kedua jika sampel ke n kurang dari sampel ke $n+1$ dan hasil segmentasi ke n lebih dari sampel ke n ditambah sampel $n+1$ dibagi 2 akan menggunakan rumus $|y_n - v_n|$. Ketiga jika sampel ke n kurang dari sampel ke $n+1$ dan hasil segmentasi ke n sama dengan sampel ke n ditambah sampel $n+1$ dibagi 2 akan menggunakan rumus $|y_{n+1} - v_n|$. Keempat jika sampel ke n lebih dari sampel ke $n+1$ dan hasil segmentasi ke n kurang dari sampel ke n ditambah sampel $n+1$ dibagi 2 akan menggunakan rumus $|y_n - v_n|$. Kelima jika sampel ke n lebih dari sampel ke $n+1$ dan hasil segmentasi ke n lebih dari sampel ke n ditambah sampel $n+1$ dibagi 2 akan menggunakan rumus $|y_{n+1} - v_n|$. Keenam jika sampel ke n lebih dari sampel ke $n+1$ dan hasil segmentasi ke n kurang dari sampel ke n ditambah sampel $n+1$ dibagi 2 akan menggunakan rumus $|y_n - v_n|$. Ketujuh jika n sama dengan panjang dari v akan menggunakan rumus $|v_n - y_{n-1}|$. Kedelapan jika sampel ke n sama dengan sampel ke $n+1$ maka nilainya adalah 1. Kesembilan jika sampel ke n , atau segmentasi ke n , atau sampel ke n dan segmentasi ke n sama dengan 0 maka nilainya adalah 0.

Setelah didapatkan hasil dari mencari ruang tiap sampelnya. Langkah selanjutnya mencari *payload* yang bisa disisipkan ke dalam tiap sampel. Hasil dari mencari ruang tersebut dimasukkan ke rumus (9) dan didapatkan nilai *payload* yang bisa disisipkan ke dalam tiap sampel. Pada tugas akhir ini dicari berapa banyak *payload* yang bisa disisipkan dalam audio. Proses inilah yang akan digunakan untuk mencari banyaknya *payload* yang bisa dimasukkan. Hasil sampel dari perhitungan (9) akan dijumlahkan semua dan menghasilkan nilai dimana nilai tersebut merupakan banyaknya *payload* yang dapat disisipkan dalam 1 audio

$$N_n = \lfloor \log_2 d_n \rfloor * 2 \quad (9)$$

Kemudian proses yang kedua adalah proses interpolasi. Proses ini digunakan sebagai tempat dimana *payload* tersebut disisipkan. Interpolasi yang digunakan adalah interpolasi linear [11]. Rumus interpolasi linear yang digunakan untuk Tugas akhir ini adalah (10).

$$Interp_n = \left\lfloor y_n + \frac{(x - x_n)(y_{n+1} - y_n)}{x_{n+1} - x_n} \right\rfloor \quad (10)$$

Berdasarkan rumus tersebut (10), $Interp_n$ merupakan hasil interpolasi. dan y_n merupakan sampel asli ke n . x adalah indeks sampel baru dengan banyak sampel adalah $2_i - 1$ dimana i adalah banyak sampel asli.

3.3.1.3 Segmentasi *Payload*

Pada tahap ini akan dilakukan pembagian *payload* berdasarkan hasil dari perhitungan mencari *payload* yang bisa dimasukan. jadi tiap segmen akan berisi *payload* dengan jumlah digit biner sesuai dengan hasil perhitungan mencari *payload* yang bisa dimasukan. Setelah pembagian segmentasi tersebut selesai, tahap selanjutnya yaitu dengan cara mengubah digit biner tersebut ke desimal. Pada tahap ini diambil juga batas seberapa banyak sampel yang digunakan untuk menampung *payload*. Batas dan isi dari sampel batas tersebut akan dimasukkan ke dalam data informasi perhitungan (DIPbatas).

3.3.1.4 Reduce *Payload*

Pada tahap ini akan dilakukan pengecilan nilai dari hasil tahap segmentasi *payload*. Tahap *reduce payload* ini bertujuan untuk memperkecil nilai dari *payload* yang akan disisipkan ke sampel hasil interpolasi. Cara untuk memperkecil nilai dari *payload* adalah menggunakan (11).

$$P_{i,n} = \begin{cases} Sp_n, & \text{if } i = 1 \\ \frac{P_{(i+1),n} - 1}{2}, & \text{if } \text{mod}(P_n) = 1(\text{Ganjil}) \\ \frac{P_{(i+1),n}}{2}, & \text{if } \text{mod}(P_n) = 0(\text{Genap}) \end{cases} \quad (11)$$

Notasi $P_{i,n}$ merupakan hasil dari *reduce payload*, dimana i adalah berapa banyak *reduce payload* tersebut dilakukan. Pada tugas akhir ini akan menetapkan nilai i yaitu dari 0 sampai dengan 6. notasi Sp_n merupakan *payload* yang didapatkan dari tahap segmentasi *payload*. Pada rumus (11) kemungkinan yang ada akan disimpan ke dalam data informasi perhitungan. isi dari data informasi perhitungan pada *reduce payload* ($DIPrp$) adalah angka 1 dan 0 dimana 0 merupakan kemungkinan yang pertama dan 0 adalah kemungkinan yang kedua.

3.3.1.5 Penyisipan *Payload*

Pada tahap ini akan dilakukan penyisipan *payload* ke dalam sampel interpolasi. Setelah *payload* tersebut mengalami pengecilan nilai yang terjadi pada tahap *reduce payload*, penyisipan tersebut akan dilakukan dengan menambah hasil *payload* dari tahap *reduce payload* dengan hasil interpolasi. Proses ini menggunakan rumus (12).

$$v'_n = P_n + Interp_n \quad (12)$$

3.3.1.6 *Smoothing*

Pada tahap ini akan dilakukan pengurangan perbedaan pada sampel hasil dari tahap penyisipan *payload*. Maksud dari pengurangan perbedaan pada Tugas Akhir ini adalah mendekatkan nilai sampel hasil dari tahap penyisipan *payload* dengan sampel interpolasi. *Smoothing* dilakukan menggunakan cara (13) (14).

$$v''_n = \begin{cases} \left(3 * \frac{(y_n + y_{n+1})}{2} \right) + \left(\frac{v'_n + Interp_n}{2} \right), \\ \quad \text{if } \text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 0 \\ \quad \text{and } \text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 0 \\ \\ \left(3 * \left(\frac{(y_n + y_{n+1}) - 1}{2} \right) \right) + \left(\frac{v'_n + Interp_n}{2} \right), \\ \quad \text{if } \text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 1 \\ \quad \text{and } \text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 0 \\ \\ \left(3 * \left(\frac{(y_n + y_{n+1})}{2} \right) \right) + \left(\frac{(v'_n + Interp_n) - 1}{2} \right), \\ \quad \text{if } \text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 0 \\ \quad \text{and } \text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 1 \\ \\ \left(3 * \left(\frac{(y_n + y_{n+1}) - 1}{2} \right) \right) + \left(\frac{(v'_n + Interp_n) - 1}{2} \right), \\ \quad \text{if } \text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 1 \\ \quad \text{and } \text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 1 \end{cases} \quad (13)$$

$$v'''_n = \begin{cases} \frac{v''_n}{4}, & \text{if } \text{mod}(v''_n, 4) = 0 \\ \frac{v''_n - 1}{4}, & \text{if } \text{mod}(v''_n, 4) = 1 \\ \frac{v''_n - 2}{4}, & \text{if } \text{mod}(v''_n, 4) = 2 \\ \frac{v''_n - 3}{4}, & \text{if } \text{mod}(v''_n, 4) = 3 \end{cases} \quad (14)$$

Setelah dilakukan penyisipan *payload* ke dalam sampel interpolasi, hasil sampel tersebut akan dilakukan smoothing atau

penghalusan sampel. Sampel penyisipan akan diproses menggunakan (13). Pertama mencari titik tengah antara y_n dengan y_{n+1} dan v'_n dengan $Interp_n$. Setelah mendapatkan titik tengah, hasil titik tengah dari y_n dengan y_{n+1} dikalikan 3 kemudian ditambah dengan hasil titik tengah v'_n dengan $Interp_n$. Setelah itu masuk ke (14). Pada rumus tersebut hasil dari rumus (13) akan dibagi 4. Perkalian tersebut dilakukan untuk memberikan bobot kepada hasil titik tengah y_n dengan y_{n+1} agar hasil sampel yang didapatkan saat dibagi 4 lebih halus. Pada tahap ini akan dilakukan (13) proses smoothing tersebut sebanyak 1,2, dan 3 kali.

Kemudian pada rumus (13) (14), kemungkinan yang ada akan dimasukkan ke dalam data informasi perhitungan *smoothing* (*DIPs*). isi dari data informasi perhitungan untuk rumus (13) hampir sama dengan yang ada di *reduce payload* yaitu 1 dan 0. Tetapi pada rumus (13) untuk 1 kemungkinan berisi 2 angka. Untuk kemungkinan pertama jika $\text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 0$ dan $\text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 0$ maka angka yang dimasukkan adalah 0 dan 0. Kedua jika $\text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 1$ dan $\text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 0$ maka angka yang dimasukkan adalah 1 dan 0. Ketiga jika $\text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 0$ dan $\text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 1$ maka angka yang dimasukkan adalah 0 dan 1. Keempat jika $\text{mod}(y_n + y_{n+1}; 2) = 1$ dan $\text{mod}(v'_n + Interp_n; 2) = 1$ maka angka yang dimasukkan adalah 1 dan 1. Pada rumus (14) terdiri 4 angka kemungkinan yang akan di masukkan ke dalam data informasi perhitungan yaitu 0, 1, 2, dan 3. Kemungkinan pertama jika $\text{mod}(v''_n, 4) = 0$ akan diisi angka 0. Kedua jika $\text{mod}(v''_n, 4) = 1$ akan diisi angka 1. Ketiga jika $\text{mod}(v''_n, 4) = 2$ akan diisi angka 2. Keempat jika $\text{mod}(v''_n, 4) = 3$ akan diisi angka 3.

3.3.1.7 Penggabungan

Pada tahap ini akan dilakukan penggabungan antara sampel audio asli dengan sampel hasil *smoothing*. Penggabungan tersebut

dilakukan dengan membuat sampel sebanyak $2_i - 1$ dimana i adalah banyak sampel asli. Sampel ini merupakan sampel baru yang berisi sampel audio asli dan sampel audio hasil *smoothing*. Sampel asli akan diletakkan pada sampel baru index ganjil dan sampel hasil *smoothing* akan diletakkan pada sampel baru index genap.

3.3.1.8 Denormalisasi

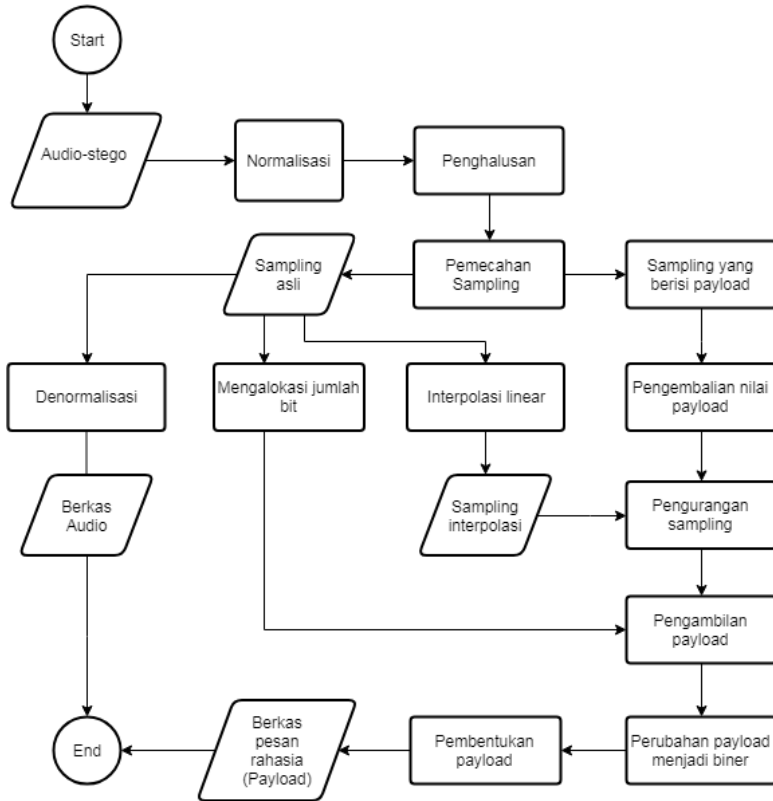
Pada tahap ini akan dilakukan denormalisasi menjadi sampel *stego-audio* setelah tahap penggabungan. Sampel baru dari tahap penggabungan dikurangi dengan nilai positif maksimum dari 16 bit yaitu 32767. Setelah itu sampel tersebut yang akan digunakan untuk pembuatan *stego-audio*

3.3.1.9 Pembuatan *stego-audio*

Pada tahap ini akan dilakukan pembuatan *stego-audio* menggunakan sampel hasil denormalisasi. *Stego-audio* ini memiliki sampel hamper 2 kali lebih banyak dari audio asli, jadi pembuatan *stego-audio* akan sedikit berbeda dengan audio asli. Perbedaan tersebut adalah pada *sampel rate*. *Sampel rate* akan berubah menjadi 2 kali yaitu 88200 Hz. Panjang sampel dari *stego-audio* akan menyesuaikan dengan *sampel rate* nya.

3.3.2 Tahap Ekstraksi

Pada tahap ini akan menjelaskan rancangan secara detil mengenai proses ekstraksi. Proses ini kebalikan dari proses penyisipan dimana masukkan yang digunakan adalah *stego-audio* dan data informasi perhitungan dan keluaran yang dihasilkan adalah *payload* dan audio asli. Skema dari tahap ekstraksi dapat dilihat dari diagram alir pada gambar 3.3.



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Ekstraksi

3.3.2.3 Pemecahan Sampel

Pada tahap ini sampel hasil *smoothing* akan dipecah menjadi 2 bagian. Bagian tersebut adalah sampel ganjil dan sampel genap. Sampel ganjil yang akan digunakan dalam proses perhitungan dan pengembalian audio asli. Sampel genap akan digunakan untuk mengambil *payload*.

3.3.2.4 Pivoting Point

Tahap *pivoting point* ini sama dengan tahap *pivoting point* pada tahap penyisipan. tahap ini akan dibagi menjadi 2 proses yaitu proses mencari digit *payload* yang bisa disisipkan ke dalam tiap sampel dan proses interpolasi. Kedua proses tersebut akan digunakan untuk mengambil *payload* pada tiap sampelnya. Sampel yang digunakan pada kedua proses tersebut adalah sampel ganjil yang didapatkan pada tahap pemecahan sampel.

3.3.2.5 Denormalisasi

Tahap ini sama dengan tahap denormalisasi dari tahap penyisipan. sampel yang digunakan adalah sampel ganjil yang didapatkan dari tahap pemecahan sampel. Tiap sampel tersebut akan ditambahkan dengan nilai positif maksimum dari 16 bit yaitu 32767.

3.3.2.6 Rekonstruksi Audio Asli

Pada tahap ini, setelah didapatkan sampel hasil denormalisasi. Kemudian sampel tersebut akan dibuat audio dengan format yang sama dengan audio aslinya.

3.3.2.7 Pengambilan Payload

Pada tahap ini akan dilakukan pengambilan *payload* dari sampel genap yang didapatkan dari tahap pemecahan sampel. Cara

mengambilnya adalah dengan mengurangi sampel genap yang didapatkan dari tahap pemecahan sampel dikurangi dengan hasil sampel interpolasi dari *pivoting point*. Rumus yang digunakan adalah (16).

$$P_n = v'_n - Interp_n \quad (16)$$

Pada tahap ini, setelah didapatkan *payload* pada tahap pengambilan *payload*. Akan dilakukan proses pengembalian *payload*. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan kembali *payload* dimana pada tahap penyisipan dilakukan pengecilan nilai dari *payload* menggunakan *reduce payload*. Rumus yang digunakan masih sama dengan *reduce payload* pada tahap penyisipan tetapi yang diketahui dan yang dicari berbeda. Rumus tersebut adalah (17).

$$P_{i,n} = \begin{cases} P_n, & \text{if } i = 1 \\ (P_{(i-1),n} * 2) + DIPrp, & \text{if } i > 1 \end{cases} \quad (17)$$

Notasi *DIPrp* merupakan data informasi perhitungan *reduce payload*. Dimana *DIPrp* ini diambil dari hasil kemungkinan perhitungan dari rumus (11) yang sudah disimpan ke dalam data informasi perhitungan.

3.3.2.8 Rekonstruksi *Payload*

Pada tahap ini *payload* hasil dari tahap *reduce payload* akan dirubah dari bentuk desimal ke bentuk biner yang digitnya sesuai dengan hasil dari tahap *pivoting point*. setelah itu *payload* digabungkan dengan batas yang sudah tercatat dalam data informasi perhitungan. kemudian data tersebut dimasukkan ke dalam berkas TXT.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan dibahas mengenai implementasi dari perancangan yang sudah dilakukan pada bab sebelumnya. Implementasi berupa *pseudocode* untuk membangun program. Program dibangun menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan *library* dari Scypi dan numpy.

4.1 Modul Penyisipan

Modul ini berisi *pseudocode* dari berbagai tahapan pada tahap penyisipan. Dimulai dari fungsi *Sampling*, *Pivotingpoint*, *Ambilpayload*, *Reducepayload*, *Penyisipan*, *Smoothing*, *Penggabungan*, *Final*.

4.1.1 Fungsi *Sampling*

Pada fungsi *sampling* dibagi menjadi 2 yaitu proses membaca audio atau proses mengambil sampel audio dan proses mengambil *payload*. *Pseudocode* fungsi *sampling* dapat dilihat pada Pseudocode 4.1 dan 4.2.

1	<code>variable : namafile, sampel, rateaudio</code>
2	<code>set namafile = "path/audio.wav"</code>
3	<code>open namafile</code>
4	<code>read namafile</code>
5	<code>get sampel from namafile</code>
6	<code>get rateaudio from namafile</code>
7	<code>add sampel with 32767</code>

Pseudocode 4.1 Membaca sampel Audio

1	<code>variable : namafile, payload</code>
2	<code>set namafile = "path/payload.txt"</code>
3	<code>open namafile</code>
4	<code>read namafile</code>

5	<i>get payload from namafile</i>
6	<i>set arraypayload to payload</i>

Pseudocode 4.2 Mengambil Payload

4.1.2 Fungsi *Pivotingpoint*

Pada fungsi *Pivotingpoint* dibagi menjadi 3 yaitu proses interpolasi, proses mencari ruang, dan proses mencari kapasitas *payload* yang bisa dimasukkan ke audio. *Pseudocode* dapat dilihat secara berurutan yaitu *Pseudocode* 4.3, 4.4, dan 4.5.

1	<i>variable : interpolasi, sampel, ganjil, genap, i</i>
2	<i>set ganjil = []</i>
3	<i>set genap = []</i>
4	<i>set i = length of sampel</i>
5	<i>for x in range 0 to 2*i-1</i>
6	<i>set ganjil[x] = odd number</i>
7	<i>endfor</i>
8	<i>for x in range 0 to 2*i</i>
9	<i>set genap[x] = even number</i>
10	<i>endfor</i>
11	<i>interpolasi = np.interp (ganjil,genap,sampel)</i>
12	<i>interpolasi = FLOOR (interpolasi)</i>

Pseudocode 4.3 Proses Interpolasi

1	<i>variable : ruang1, ruang2, sampel, hasilmax, hasilmin, index, k, interpolasi</i>
2	<i>set ruang1 = []</i>
3	<i>set ruang2 = []</i>
4	<i>set index = 1</i>
5	<i>set k = 2 or 3 or 4 or 5</i>
6	<i>for x in range 0 to length of sampel</i>
7	<i>hasilmax = MAX sampel[from index to index+k]</i>
8	<i>hasilmin = MIN sampel[from index to index+k]</i>
9	

```

10     ruang1[x] = FLOOR (hasilmax + hasilmin +
11     sampel[index])/3
12 endfor
13 for x in range 0 to length of ruang1
14     if x = length of sampel
15         ruang2[x] = ABSOLUTE (ruang1[x]-
16         sampel[x+1])
17     elseif sampel[x]<sampel[x+1] and
18     ruang1[x]<((sampel[x]+sampel[x+1])/2)
19         ruang2[x] = ABSOLUTE (sampel[x+1]-
20         ruang1[x])
21     elseif sampel[x]<sampel[x+1] and
22     ruang1[x]=((sampel[x]+sampel[x+1])/2)
23         ruang2[x] = ABSOLUTE (sampel[x+1]-
24         ruang1[x])
25     elseif sampel[x]>sampel[x+1] and
26     ruang1[x]<((sampel[x]+sampel[x+1])/2)
27         ruang2[x] = ABSOLUTE (sampel[x]-
28         ruang1[x])
29     elseif sampel[x]>sampel[x+1] and
30     ruang1[x]>((sampel[x]+sampel[x+1])/2)
31         ruang2[x] = ABSOLUTE (sampel[x+1]-
32         ruang1[x])
33     elseif sampel[x]==sampel[x+1]
34         ruang2[x] = 1
35     else
36         ruang2[x] = 0
37     endif
38 endfor

```

Pseudocode 4.4 Proses mencari ruang

1	<i>variable : ruang2, kapasitas, operasi1,</i>
2	<i>operasi2, jumlahkapasitas</i>
3	<i>set operasi1 = []</i>
4	<i>set operasi2 = []</i>
5	<i>set kapasitas = []</i>
6	<i>for x in range 0 to length of ruang2</i>
7	<i>if ruang2 != 0</i>
8	<i>operasi1[x] = LOGBASE2(ruang2)</i>
9	<i>else</i>
10	<i>operasi1[x] = 0</i>
11	<i>endif</i>
12	<i>endfor</i>
13	<i>for x in range 0 to length of ruang2</i>
14	<i>if operasi1 != 0</i>
15	<i>operasi2[x] = FLOOR(operasi1)</i>
16	<i>else</i>
17	<i>operasi2[x] = 0</i>
18	<i>endif</i>
19	<i>endfor</i>
20	<i>for x in range 0 to length of ruang2</i>
21	<i>if operasi2 != 0</i>
22	<i>kapasitas[x] = ABSOLUTE(operasi2)</i>
23	<i>else</i>
24	<i>kapasitas[x] = 0</i>
25	<i>endif</i>
26	<i>endfor</i>
27	<i>set jumlahkapasitas = sum kapasitas</i>

Pseudocode 4.5 Proses mendapatkan kapasitas *payload* yang dimasukkan

4.1.3 Fungsi *ambilpayload*

Pada fungsi *ambilpayload* dilakukan proses segmentasi.

Pseudocode fungsi *ambilpayload* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.6.

1	<i>variable : kapasitas, payload, datapayload,</i>
2	<i>index, index2, x, y, batas</i>
3	<i>set y = 2</i>

3	<i>set index = []</i>
4	<i>for x in range length of kapasitas</i>
5	<i> index append [y]</i>
6	<i> y = y + kapasitas[x]</i>
7	<i>endfor</i>
8	<i>for x in range 1 to length of index</i>
9	<i> index2[x] = index[x]</i>
10	<i>endfor</i>
11	<i>set x = 0</i>
12	<i>set datapayload = []</i>
13	<i>while TRUE</i>
14	<i> if index[x]<length of payload</i>
15	<i> if kapasitas[x]==0</i>
16	<i> datapayload append ("kosong")</i>
17	<i> else</i>
18	<i> datapayload append payload[from</i>
19	<i> index[x] to index2[x]]</i>
20	<i> x = x + 1</i>
21	<i> endif</i>
22	<i> else</i>
23	<i> batas = [length of datapayload, length</i>
	<i> of last value datapayload]</i>
24	<i> endif</i>
25	<i> break</i>
26	<i>change datapayload from binary to decimal</i>

Pseudocode 4.6 Proses segmentasi *payload*

4.1.4 Fungsi *reducepayload*

Pada fungsi *reducepayload* dilakukan proses *reduce payload* yaitu pengecilan nilai *payload*. *Pseudocode* fungsi *reducepayload* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.7.

1	<i>variable : datapayload, datareducepayload, i,</i> <i>DIPrp, operasi1, operasi2</i>
2	<i>set i = 0 until 6</i>
3	<i>define reducepayload(datapayload,i)</i>
4	<i> set datareducepayload = []</i>

5	set DIPrp = []
6	if i = 0
7	return datareducepayload
8	else
9	for x in range length of datapayload
10	if datapayload[x] = even number
11	operasi1 = datapayload[x]/2
12	DIPrp append 0
13	Else
14	Operasi2 = (datapayload[x]+1)/2
15	DIPrp append 1
16	Endif
17	Endfor
18	endif
19	Return reducepayload(datapayload,i-1)

Pseudocode 4.7 Proses Reduce Payload

4.1.5 Fungsi *penyisipan*

Fungsi *penyisipan* dilakukan proses penyisipan *payload*. *Pseudocode* fungsi *penyisipan* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.8.

1	variable : datareducepayload, interpolasi, embed, operasi
2	set embed = []
3	for x in range length of datareducepayload
4	operasi = interpolasi[x] + datareducepayload[x]
5	embed append operasi
6	endfor

Pseudocode 4.8 Proses Penyisipan Payload

4.1.6 Fungsi *smoothing*

Fungsi *smoothing* dilakukan proses *smoothing*. *Pseudocode* fungsi *smoothing* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.9.


```

1  variable : embed, interpolasi, sampel, DIPs1, DIPs2,
   datasmoothing, i, index, operasi1, operasi2, operasi3,
   operasi4
2  set i = 1 or 2 or 3
3  define smoothing(embed,sampel,interpolasi,i)
4      set DIPs1 = []
5      set DIPs2 = []
6      set datasmoothing = []
7      set operasi1 = []
8      set operasi2 = []
9      set operasi3 = []
10     index = 0
11     for x in range length of embed
12         operasi1[x] = embed[x]+interpolasi[x]
13     endfor
14     for x in range length of interpolasi
15         operasi2[x] = sampel[x]+sampel[x+1]
16     endfor
17     if i = 0
18         return datasmoothing
19     else
20         for x in range 0 to length of embed
21             if operasi1 = genap and operasi2 = genap
22                 operasi3=(operasi1[x]/2+(operasi[x])/2))*3
23                 DIPs2=[0,0]
24                 If operasi3 MOD 4 = 0
25                     operasi4=operasi3/4
26                     DIPs1=[0]
27                 elseif operasi3 MOD 4 = 1
28                     operasi4=(operasi3-1)/4
29                     DIPs1=[1]
30                 elseif operasi3 MOD 4 = 2
31                     operasi4=(operasi3-1)/4
32                     DIPs1=[2]
33                 elseif operasi3 MOD 4 = 3
34                     operasi4=(operasi3-1)/4
35                     DIPs1=[3]
36                 endif
37             datasmoothing append operasi4
38             elseif operasi1 = genap and operasi2 =
ganjil
39                 operasi3=(operasi1[x]/2+(operasi[x])/2))*3
40                 DIPs2=[0,1]
41                 If operasi3 MOD 4 = 0

```

```

42         operasi4=operasi3/4
43         DIPs1=[0]
44     elseif operasi3 MOD 4 = 1
45         operasi4=(operasi3-1)/4
46         DIPs1=[1]
47     elseif operasi3 MOD 4 = 2
48         operasi4=(operasi3-1)/4
49         DIPs1=[2]
50     elseif operasi3 MOD 4 = 3
51         operasi4=(operasi3-1)/4
52         DIPs1=[3]
53     Endif
54     datasmoothing append operasi4
55     elseif operasi1 = ganjil and operasi2 =
    genap
56         operasi3=(operasi1[x]/2+(operasi[x])/2))*3
57         DIPs2=[1,0]
58         If operasi3 MOD 4 = 0
59             operasi4=operasi3/4
60             DIPs1=[0]
61         elseif operasi3 MOD 4 = 1
62             operasi4=(operasi3-1)/4
63             DIPs1=[1]
64         elseif operasi3 MOD 4 = 2
65             operasi4=(operasi3-1)/4
66             DIPs1=[2]
67         elseif operasi3 MOD 4 = 3
68             operasi4=(operasi3-1)/4
69             DIPs1=[3]
70         endif
71     datasmoothing append operasi4
72     elseif operasi1 = ganjil and operasi2 =
    ganjil
73         operasi3=(operasi1[x]/2+(operasi[x])/2))*3
74         DIPs2=[1,1]
75         If operasi3 MOD 4 = 0
76             Operasi4=operasi3/4
77             DIPs1=[0]
78         elseif operasi3 MOD 4 = 1
79             Operasi4=(operasi3-1)/4
80             DIPs1=[1]
81         elseif operasi3 MOD 4 = 2
82             Operasi4=(operasi3-1)/4
83             DIPs1=[2]

```

84	<code>elseif operasi3 MOD 4 = 3</code>
85	<code>Operasi4=(operasi3-1)/4</code>
86	<code>DIPs1=[3]</code>
87	<code>Endif</code>
88	<code>datasmoothing append operasi4</code>
89	<code>endif</code>
90	<code>endfor</code>
91	<code>endif</code>
92	<code>return smoothing(embed,sampel,interpolasi,i-1)</code>

Pseudocode 4.9 Proses *smoothing*

4.1.7 Fungsi penggabungan

Fungsi *penggabungan* dilakukan proses penggabungan. *Pseudocode* fungsi *penggabungan* dapat dilihat pada *pseudocode* 5.0.

1	<code>variable : interpolasi, datasmoothing,</code>
	<code>sampel, datapenggabungan, datasmoothing2</code>
2	<code>set datapenggabungan = []</code>
3	<code>i = length of sampel</code>
4	<code>for x in range interpolasi</code>
5	<code>if x < datasmoothing</code>
6	<code>datasmoothing2 = change interpolasi[x]</code>
	<code>to datasmoothing[x]</code>
7	<code>endif</code>
8	<code>endfor</code>
9	<code>for x in range 2*i-1</code>
10	<code>if x genap</code>
11	<code>datapenggabungan append sampel</code>
12	<code>else</code>
13	<code>datapenggabungan append datasmoothing2</code>
14	<code>endif</code>
15	<code>endfor</code>

Pseudocode 4.10 Proses penggabungan

4.1.8 Fungsi *final*

Fungsi *final* dilakukan proses denormalisasi dan pembuatan *stego-audio*. *Pseudocode* fungsi *final* dapat dilihat pada *pseudocode* 5.0.

1	<i>variable : datapenggabungan</i>
2	<i>subtract sampel datapenggabungan with 32767</i>
3	<i>change datatype to integer 16 bit</i>
4	<i>create stego-audio with sampel datapenggabungan and change the rate become twice</i>

Pseudocode 4.11 Proses Denormalisasi dan Pembuatan *Stego-audio*

4.2 Modul Ekstraksi

Modul ini berisi *pseudocode* dari berbagai tahapan pada tahap penyisipan. Dimulai dari fungsi *Sampling*, *pemecahan*, *smoothing* *Pivotingpoint*, *Pengambilanpayload*, *Reducepayload*, *Final*.

4.2.1 Fungsi *Sampling*

Fungsi *sampling* ini hampir sama dengan fungsi *sampling* pada modul penyisipan. perbedaannya hanya pada berkas audio yang digunakan yaitu *stego-audio* dan dan pengambilan *payload* diubah dengan pengambilan data informasi Perhitungan. *Pseudocode* fungsi *final* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.1 dan 4.12.

1	<i>variable : namafile, payload</i>
2	<i>set namafile =</i>
3	<i>"path/data_informasi_perhitungan.txt"</i>
4	<i>open namafile</i>
5	<i>read namafile</i>
6	<i>get payload from namafile</i>

Pseudocode 4.12 Pengambilan Data Informasi Perhitungan

4.2.2 Fungsi Pemecahan

Fungsi *Pemecahan* ini kebalikan dari fungsi *penggabungan* dari modul penyisipan. pemecahan tersebut menghasilkan 2 sampel yaitu sampel audio asli dan sampel yang berisi *payload*. *Pseudocode* fungsi *Pemecahan* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.13.

1	<i>variable : sampel</i>
2	<i>for x in range length of sampel</i>
3	<i>if x = ganjil</i>
4	<i>get sampel ganjil</i>
5	<i>else</i>
6	<i>get sampel genap</i>
7	<i>endif</i>
8	<i>endfor</i>

Pseudocode 4.13 Proses Pemecahan Sampel

4.2.3 Fungsi Smoothing

Fungsi *smoothing* ini dilakukan untuk mengembalikan nilai dari hasil fungsi *smoothing* pada modul penyisipan. pengembalian ini dibutuhkan data informasi perhitungan *smoothing*. *Pseudocode* fungsi *smoothing* dapat dilihat pada *pseudocode* 4.14.

1	<i>variable : sampelganjil, interpolasi, i,</i> <i>DIPs1, DIPs2, hasilsmoothing</i>
2	<i>set i = 1 or 2 or 3</i>
3	<i>for x in range length DIPs1</i>
	$hasilsmoothing = (((((sampelganjil[x] * 4) + DIPs2[x]) - (3 * ((sampel[x] + sampel[x + 1] - DIPs2[x]) / 2))) * 2) + DIPs1[x]) - interpolasi[x]$
5	<i>endfor</i>

Pseudocode 4.14 Proses Pengembalian Nilai dari *Smoothing*

4.2.4 Fungsi *Pivotingpoint*

Fungsi ini hampir sama dengan fungsi *Pivotingpoint* dari modul penyisipan. Bedanya ada pada sampel yang digunakan adalah sampel genap dari hasil pemecahan. *Pseudocode* dapat dilihat secara berurutan yaitu *Pseudocode* 4.3, 4.4, dan 4.5.

4.2.5 Fungsi *Pengambilanpayload*

Fungsi *Pengambilanpayload* ini dibutuhkan nilai batas yang diambil dari data informasi perhitungan dan data informasi perhitungan *reduce payload*. *Pseudocode* Fungsi *Pengambilanpayload* dapat dilihat pada *Pseudocode* 4.15.

1	<i>variable : datapengambilanpayload, hasilsmoothing, interpolasi. DIPbatas, isiDIPbatas, DIPrp, operasi1, operasi2, operasi3</i>
2	<i>set datapengambilanpayload = []</i>
3	<i>for x in range DIPbatas</i>
4	<i>operasi1 = hasilsmoothing[x] - interpolasi[x]</i>
5	<i>operasi2 = (operasi1*2)-DIPrp[x]</i>
6	<i>operasi3 = change operasi2 from decimal to binary with length of digit from pivotingpoint</i>
7	<i>datapengambilanpayload append operasi3</i>
8	<i>endfor</i>

Pseudocode 4.15 Proses Pengembalian *Payload*

4.2.6 Fungsi *Pengembalianaudio*

Fungsi *PengembalianAudio* hampir sama dengan fungsi final pada modul penyisipan. Bedanya adalah sampel yang digunakan adalah sampel genap dari hasil fungsi *pemecahan*. Dan *audio rate* diubah menjadi sama dengan *audio aslinya*.

4.3 Modul Analisis

Modul ini berisi fungsi yang digunakan untuk menganalisa hasil uji coba. Fungsi *analisis* yang digunakan adalah MSE, SNR, PSNR, dan PCC.

4.3.1 Fungsi MSE

Fungsi MSE ini menggunakan library dari *sklearn.metrics*. *Pseudocode* Fungsi MSE dapat dilihat pada *Pseudocode* 4.16.

1	<code>variable : sampell, sampel2, mse</code>
2	<code>set sampell = Read sampel audio original</code>
3	<code>set sampel2 = Read sampel stego-audio</code>
4	<code>mse = mean.square.error(sampell,sampel2)</code>

Pseudocode 4.16 MSE

4.3.2 Fungsi SNR

Pseudocode Fungsi SNR dapat dilihat pada *Pseudocode* 4.17.

1	<code>variable : sampell, sampel2, mse, snr</code>
2	<code>set sampell = Read sampel audio original</code>
3	<code>set sampel2 = Read sampel stego-audio</code>
4	<code>mse = mean.square.error(sampell,sampel2)</code>
5	<code>snr = 10 log (mean(POWER(sampell,2))/mse)</code>

Pseudocode 4.17 SNR

4.3.3 Fungsi PSNR

Pseudocode Fungsi PSNR dapat dilihat pada *Pseudocode* 4.18.

1	<code>variable : sampell, sampel2, mse, psnr</code>
2	<code>set sampell = Read sampel audio original</code>
3	<code>set sampel2 = Read sampel stego-audio</code>

4	<code>mse = mean.square.error(sampel1,sampel2)</code>
5	<code>psnr = 10 log ((POWER(16,2)-1)**2/mse)</code>

Pseudocode 4.18 PSNR

4.3.4 Fungsi PCC

Fungsi PCC ini menggunakan *library* dari numpy. *Pseudocode* Fungsi *PCC* dapat dilihat pada *Pseudocode* 4.19.

1	<code>variable : sampel1, sampel2, PCC</code>
2	<code>set sampel1 = Read sampel audio original</code>
3	<code>set sampel2 = Read sampel stego-audio</code>
4	<code>PCC = np.corrcoef (sampel1,sampel2)[0,1]</code>

Pseudocode 4.19 PCC

BAB V

UJI COBA DAN EVALUASI

Pada Bab ini akan dilakukan tahap ujicoba dan evaluasi sesuai dengan rancangan dan implementasi. Dari hasil yang didapatkan setelah melakukan uji coba, akan dilakukan evaluasi sehingga dapat ditarik kesimpulan pada bab selanjutnya.

5.1 Uji Coba

Pada subbab ini akan dilakukan rangkaian ujicoba sesuai dengan rumusan masalah dan implementasi yang sudah dilakukan pada bab sebelumnya.

5.2 Lingkungan Uji Coba

Lingkungan pengujian yang digunakan memiliki spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang ditunjukkan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 Lingkungan Uji Coba

Perangkat	Jenis Perangkat	Spesifikasi
Perangkat Keras	Prosesor	Intel Core i5-4210U CPU @ 1.70GHz - 2.40GHz
	Memori	12 Gb DDR3 PC3- 12800 (800 MHz)
Perangkat Lunak	Sistem Operasi	Windows 7
	Perangkat Pengembang	IDE PyCharm 2017.3.3 (Community Edition) dengan Anaconda Package Manager
	Bahasa Pemrograman	Python 3.6.3 64 bits

5.3 Data Pengujian

Pada subbab ini akan dijelaskan data data yang diperlukan untuk pengujian Tugas Akhir ini.

5.3.1 Cover Audio

Cover audio merupakan berkas audio asli yang digunakan dalam proses penyisipan. Audio tersebut memiliki format ekstensi WAV dan memiliki bit-depth 16 bit dengan *channel mono*. Pada Tugas Akhir ini akan digunakan 5 audio dengan variasi genre, detil audio bisa dilihat pada tabel 5.2.

Tabel 5.2 Detil Cover Audio

No.	Nama audio	Genre	Instrumen	Ukuran Audio (KB)	Durasi (detik)
1	Audio1	<i>classical</i>	<i>Cello</i>	258	3
2	Audio2	<i>country-folk</i>	<i>Acoustic Guitar</i>	258	3
3	Audio3	<i>pop-rock</i>	<i>Piano</i>	258	3
4	Audio4	<i>classical</i>	<i>Saxophone</i>	258	3
5	Audio5	<i>country-folk</i>	<i>Human Singing Voice</i>	258	3

5.3.2 Payload

Payload merupakan pesan rahasia yang akan disisipkan ke dalam cover audio. Payload yang digunakan berupa bilangan biner yang diambil dari [12] dengan panjang dalam satuan bit yang berada pada berkas TXT. Pada tugas akhir ini akan digunakan 3 *payload* sebagai uji coba. Detil dari *payload* tersebut berada pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Detil *Payload*

No.	Nama Berkas	Jumlah Data(bit)
1	10kb.txt	10000
2	50kb.txt	50000
3	100kb.txt	100000

5.4 Skenario Uji Coba dan Evaluasi Pengujian

Skenario uji coba dilakukan untuk menguji kebenaran dari fungsi fungsi yang diimplementasikan. Uji coba yang dilakukan berdasarkan skenario yang dibuat. Penentuan skenario untuk uji coba adalah :

1. Perbedaan kapasitas *payload* yang dapat disisipkan pada audio berdasarkan nilai *k* pada segmen yang sudah ditentukan di dalam tahap *pivoting point*.
2. Perbedaan kualitas *stego-audio* menggunakan nilai MSE, SNR, dan PSNR berdasarkan nilai *k* pada segmen, *reduce payload*, dan *smoothing*.
3. Nilai PSNR dan PCC untuk menentukan kualitas dari audio dan *payload* yang dihasilkan dari tahap ekstraksi.

Pada tahap uji coba ini, Informasi yang akan ditampilkan pada skenario 1 diantaranya nilai *k* pada segmen, banyaknya sampel pada audio, kapasitas *payload* yang dapat disisipkan, sampel yang berisi *payload*, dan sampel yang tidak berisi *payload*. Untuk skenario 2 informasi yang ditampilkan adalah nilai *k* pada segmen, nilai *i* pada *reduce payload*, nilai MSE, nilai SNR, nilai PSNR. Dan skenario 3 informasi yang ditampilkan adalah nilai PSNR dan nilai

5.4.1 Skenario Uji Coba 1

Skenario yang dilakukan pada ujicoba 1 adalah membandingkan kapasitas *payload* yang dapat disisipkan pada audio berdasarkan nilai k pada segmen yang sudah ditentukan di dalam tahap pivoting point pada rumus (6) dan (7). Nilai k pada segmen yang akan digunakan dalam uji coba 2, 3, 4, dan 5. Hasil yang didapatkan dari uji coba 1 yang menggunakan *cover* audio audio1 yang disisipkan 3 *payload* yang berbeda dapat dilihat pada tabel 5.4, 5.5, dan 5.6. Hasil yang didapatkan menggunakan *cover* audio audio2 dapat dilihat pada tabel 5.7, 5.8, dan 5.9. Hasil yang didapatkan menggunakan *cover* audio audio3 dapat dilihat pada tabel 5.10, 5.11, dan 5.12. Hasil yang didapatkan menggunakan *cover* audio audio4 dapat dilihat pada tabel 5.13, 5.14, dan 5.15. Hasil yang didapatkan menggunakan *cover* audio audio5 dapat dilihat pada tabel 5.16, 5.17, dan 5.18.

Tabel 5.4 Uji Coba 1 pada Audio1 dengan *Payload* 10Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	858876	1457	130842
3	132299	886118	1417	130882
4	132299	1023768	1211	131088
5	132299	1123112	1103	131196

Tabel 5.5 Uji Coba 1 pada Audio1 dengan *Payload* 50Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	858876	7365	124934
3	132299	886118	7147	125152
4	132299	1023768	6229	126070
5	132299	1123112	5667	126632

Tabel 5.6 Uji Coba 1 pada Audio1 dengan *Payload* 100Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	858876	14707	857419
3	132299	886118	14244	884701
4	132299	1023768	12361	1022557
5	132299	1123112	11228	1122009

Hasil yang ditampilkan pada tabel 5.4, 5.5, dan 5.6 terjadi perubahan peningkatan kapasitas *payload* yang bisa disisipkan pada setiap nilai k pada segmen. Pada saat nilai k sama dengan 2 kapasitas *payload* sebanyak 858876. Pada saat nilai k sama dengan 3 kapasitas *payload* sebanyak 886118. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 1023768. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 1123112. Pada saat nilai k dari 2 ke 3 bertambah sebanyak 27242 bit. Pada saat nilai k dari 3 ke 4 bertambah sebanyak 137650 bit. Pada saat nilai k dari 4 ke 5 bertambah sebanyak 99344 bit.

Pada tabel 5.4 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 1457 sampel. Kemudian menurun sebanyak 40 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 1417 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 206 menjadi 1211 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 108 sampel menjadi 1103 sampel.

Pada tabel 5.5 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 7365 sampel. Kemudian menurun sebanyak 218 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 7147 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 918 menjadi 6229 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 562 sampel menjadi 5667 sampel.

Pada tabel 5.6 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 14707 sampel. Kemudian menurun sebanyak 463 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 14244 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 1883 menjadi 12361 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 1133 sampel menjadi 11228 sampel.

Tabel 5.7 Uji Coba 1 pada Audio2 dengan *Payload* 10Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1781726	743	131556
3	132299	1874294	717	131582
4	132299	2003764	666	131633
5	132299	2087750	639	131660

Tabel 5.8 Uji Coba 1 pada Audio2 dengan *Payload* 50Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1781726	3861	128438
3	132299	1874294	3704	128595
4	132299	2003764	3461	128838
5	132299	2087750	3307	128992

Tabel 5.9 Uji Coba 1 pada Audio2 dengan *Payload* 100Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1781726	7127	125172
3	132299	1874294	6777	125522
4	132299	2003764	6381	125918
5	132299	2087750	6148	126151

Hasil yang ditampilkan pada tabel 5.7, 5.8, dan 5.9 terjadi perubahan peningkatan kapasitas *payload* yang bisa disisipkan pada setiap nilai k pada segmen. Pada saat nilai k sama dengan 2 kapasitas *payload* sebanyak 1781726. Pada saat nilai k sama dengan 3 kapasitas *payload* sebanyak 1874294. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 2003764. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 2087750. Pada saat nilai k dari 2 ke 3 bertambah sebanyak 92568 bit. Pada saat nilai k dari 3 ke 4 bertambah sebanyak 129470 bit. Pada saat nilai k dari 4 ke 5 bertambah sebanyak 83986 bit.

Pada tabel 5.7 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 743 sampel. Kemudian menurun sebanyak 26 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 717 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 51 menjadi 666 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 27 sampel menjadi 639 sampel.

Pada tabel 5.8 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 3861 sampel. Kemudian menurun sebanyak 157 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 3704 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 243 menjadi 3461 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 154 sampel menjadi 3307 sampel.

Pada tabel 5.9 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 7127 sampel. Kemudian menurun sebanyak 350 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 6777 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 396 menjadi 6381 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 233 sampel menjadi 6148 sampel.

Tabel 5.10 Uji Coba 1 pada Audio3 dengan *Payload* 10Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	2075622	674	131625
3	132299	2139190	655	131644
4	132299	2286236	613	131686
5	132299	2388078	584	131715

Tabel 5.11 Uji Coba 1 pada Audio3 dengan *Payload* 50Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	2075622	3452	128847
3	132299	2139190	3349	128950
4	132299	2286236	3114	129185
5	132299	2388078	2962	129337

Tabel 5.12 Uji Coba 1 pada Audio3 dengan *Payload* 100Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	2075622	6661	125638
3	132299	2139190	6478	125821
4	132299	2286236	6094	126205
5	132299	2388078	5855	126444

Hasil yang ditampilkan pada tabel 5.10, 5.11, dan 5.12 terjadi perubahan peningkatan kapasitas *payload* yang bisa disisipkan pada setiap nilai k pada segmen. Pada saat nilai k sama dengan 2 kapasitas *payload* sebanyak 2075622. Pada saat nilai k sama dengan 3 kapasitas *payload* sebanyak 2139190. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 2286236. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 2388078. Pada saat nilai k dari 2 ke 3 bertambah sebanyak 63568 bit. Pada saat nilai k dari 3 ke 4 bertambah sebanyak 147046 bit. Pada saat nilai k dari 4 ke 5 bertambah sebanyak 101842 bit.

Pada tabel 5.10 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 674 sampel. Kemudian menurun sebanyak 19 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 655 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 42 menjadi 613 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 29 sampel menjadi 584 sampel.

Pada tabel 5.11 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 3452 sampel. Kemudian menurun sebanyak 103 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 3349 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 235 menjadi 3114 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 152 sampel menjadi 2962 sampel.

Pada tabel 5.12 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 6661 sampel. Kemudian menurun sebanyak 183 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 6478 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 384 menjadi 6094 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 239 sampel menjadi 5855 sampel.

Tabel 5.13 Uji Coba 1 pada Audio4 dengan *Payload* 10Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1182066	1311	130988
3	132299	1207562	1290	131009
4	132299	1356768	1143	131156
5	132299	1462884	1045	131254

Tabel 5.14 Uji Coba 1 pada Audio4 dengan *Payload* 50Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1182066	6386	1175680
3	132299	1207562	6287	1201275
4	132299	1356768	5603	1351165
5	132299	1462884	5182	1457702

Tabel 5.15 Uji Coba 1 pada Audio4 dengan *Payload* 100Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1182066	12575	119724
3	132299	1207562	12381	119918
4	132299	1356768	10937	121362
5	132299	1462884	10055	122244

Hasil yang ditampilkan pada tabel 5.13, 5.14, dan 5.15 terjadi perubahan peningkatan kapasitas *payload* yang bisa disisipkan pada setiap nilai k pada segmen. Pada saat nilai k sama dengan 2 kapasitas *payload* sebanyak 1182066. Pada saat nilai k sama dengan 3 kapasitas *payload* sebanyak 1207562. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 1356768. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 1462884. Pada saat nilai k dari 2 ke 3 bertambah sebanyak 25496 bit. Pada saat nilai k dari 3 ke 4 bertambah sebanyak 149206 bit. Pada saat nilai k dari 4 ke 5 bertambah sebanyak 106116 bit.

Pada tabel 5.13 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 1311 sampel. Kemudian menurun sebanyak 21 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 1290 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 147 menjadi 1143 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 98 sampel menjadi 1045 sampel.

Pada tabel 5.14 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 6386 sampel. Kemudian menurun sebanyak 99 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 6287 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 684 menjadi 5603 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 421 sampel menjadi 5182 sampel.

Pada tabel 5.15 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 12575 sampel. Kemudian menurun sebanyak 194 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 12381 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 1444 menjadi 10937 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 882 sampel menjadi 10055 sampel.

Tabel 5.16 Uji Coba 1 pada Audio5 dengan *Payload* 10Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1485166	2460	129839
3	132299	1526922	2361	129938
4	132299	1673214	2006	130293
5	132299	1775852	1810	130489

Tabel 5.17 Uji Coba 1 pada Audio5 dengan *Payload* 50Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1485166	6594	125705
3	132299	1526922	6430	125869
4	132299	1673214	5958	126341
5	132299	1775852	5673	126626

Tabel 5.18 Uji Coba 1 pada Audio5 dengan *Payload* 100Kb

Nilai k pada segmen	Banyak sampel	kapasitas <i>payload</i> yang bisa disisipkan (bit)	sampel berisi <i>payload</i>	sampel yang tidak digunakan
2	132299	1485166	10891	121408
3	132299	1526922	10647	121652
4	132299	1673214	9769	122530
5	132299	1775852	9232	123067

Hasil yang ditampilkan pada tabel 5.16, 5.17, dan 5.18 terjadi perubahan peningkatan kapasitas *payload* yang bisa disisipkan pada setiap nilai k pada segmen. Pada saat nilai k sama dengan 2 kapasitas *payload* sebanyak 1485166. Pada saat nilai k sama dengan 3 kapasitas *payload* sebanyak 1526922. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 1673214. Pada saat nilai k sama dengan 4 kapasitas *payload* sebanyak 1775852. Pada saat nilai k dari 2 ke 3 bertambah sebanyak 41756 bit. Pada saat nilai k dari 3 ke 4 bertambah sebanyak 146292 bit. Pada saat nilai k dari 4 ke 5 bertambah sebanyak 102638 bit.

Pada tabel 5.16 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 2460 sampel. Kemudian menurun sebanyak 99 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 2361 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 355 menjadi 2006 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 196 sampel menjadi 1810 sampel.

Pada tabel 5.17 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 6594 sampel. Kemudian menurun sebanyak 164 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 6430 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 472 menjadi 5958 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 285 sampel menjadi 5673 sampel.

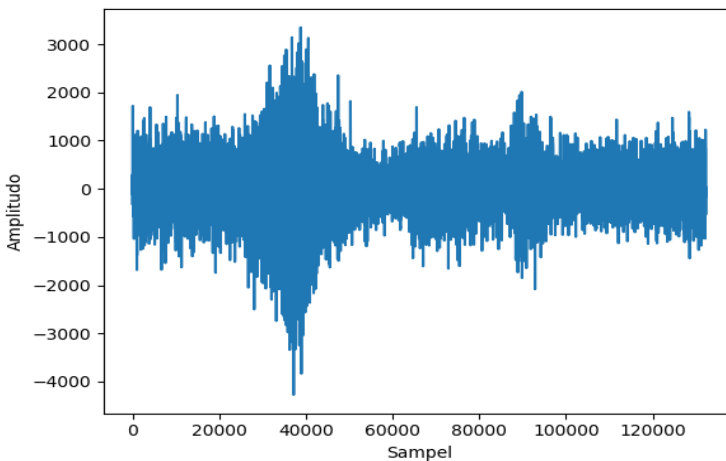
Pada tabel 5.18 saat nilai k sama dengan 2 sampel yang digunakan sebanyak 10891 sampel. Kemudian menurun sebanyak 244 sampel pada saat nilai k sama dengan 3 menjadi 10647 sampel. Pada saat nilai k sama dengan 4 menurun sebanyak 878 menjadi 9769 sampel yang digunakan. Kemudian saat nilai k sama dengan 5 sampel yang digunakan menurun sebanyak 537 sampel menjadi 9232 sampel.

5.4.2 Evaluasi Uji Coba 1

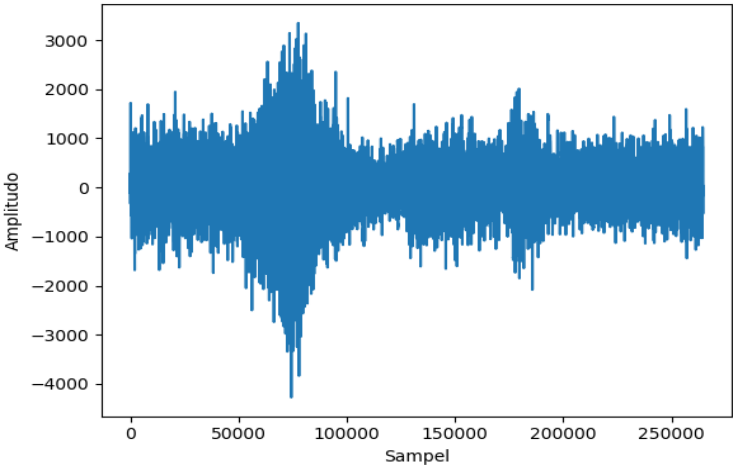
Berdasarkan uji coba 1 yang telah dilakukan, didapatkan informasi tentang perbandingan kapasitas *payload* yang dapat disisipkan pada audio berdasarkan nilai k pada segmen yang sudah ditentukan di dalam tahap pivoting point. Dari informasi uji coba tersebut setiap audio didapatkan hasil kapasitas *payload* yang berbeda beda. Nilai k pada segmentasi mempengaruhi jumlah kapasitas *payload* yang dapat disisipkan. Kapasitas tersebut juga mempengaruhi seberapa banyak sampel yang digunakan untuk menyisipkan semua *payload*. Pada saat nilai k sama dengan 5 didapatkan jumlah kapasitas yang lebih baik dari pada yang lain

5.4.3 Skenario Uji Coba 2

Skenario yang dilakukan pada uji coba 2 mengukur nilai MSE, SNR, dan PSNR berdasarkan nilai k pada segmen, *reduce payload*, dan *smoothing* dimana pengukuran tersebut menunjukkan kualitas dari *stego-audio*. Semakin kecil nilai MSE serta semakin besar nilai SNR dan PSNR maka semakin bagus juga kualitas dari *stego-audio*. Skenario uji coba 2 kali ini dilakukan menggunakan *stego-audio* dan audio asli yang sampelnya sudah diinterpolasi. Audio yang diinterpolasi digunakan agar bisa menghitung nilai MSE, SNR, dan PSNR. Perhitungan tersebut diperlukan karena *stego-audio* memiliki jumlah sampel 2 kali lebih banyak dari audio asli. Jadi audio asli tersebut perlu ditambahkan jumlah sampelnya menggunakan interpolasi agar sama dengan jumlah sampel *stego-audio*. Sinyal audio asli dapat dilihat pada gambar 5.1 dan sinyal audio yang diinterpolasi dapat dilihat pada gambar 5.2. Gambar tersebut diambil dari audio1. Terlihat sama antara sinyal audio asli dengan sinyal audio yang diinterpolasi.



Gambar 5.1 Sinyal Audio1 Asli



Gambar 5.2 Sinyal Audio1 Asli dengan Sampel 2 Kali Lipat

Berdasarkan hasil skenario yang telah di uji, didapatkan hasil dari uji coba 2 yang dapat dilihat pada lampiran. Pada lampiran tersebut akan diambil salah satu hasil uji coba yaitu uji coba 2 pada *stego-audio1* dengan parameter *reduce payload* $i = 1$ dan *smoothing* sebanyak 1 kali, dengan *payload* yang berbeda beda untuk mewakili semua hasil yang didapat yang ditampilkan pada tabel 5.19.

Tabel 5.19 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan penyisipan *payload* yang berbeda

Payload	MSE	SNR	PSNR
10Kb	4,50729	83,78077	89,79031
50Kb	15,43575	78,43465	84,44419
100Kb	33,13086	75,11760	81,12714

Pada lampiran tersebut akan diambil salah satu hasilnya untuk mewakili semua hasil yang didapat yang akan ditampilkan pada tabel 5.19 dan 5.20.

Tabel 5.20 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* yang Disisipkan *Payload* 100Kb dengan Parameter *Reduce Payload*

<i>Reduce Payload</i> dengan penggunaan sebanyak i	MSE	SNR	PSNR
0	1,95914	87,39927	93,40881
1	0,45633	93,72716	99,73670
2	0,09928	100,35134	106,36088
3	0,01903	107,52664	113,53618
4	0,00274	115,94839	121,95793
5	0,00040	124,29272	130,30226
6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel 5.21 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* yang Disisipkan *Payload* 100Kb dengan Parameter *Smoothing*

<i>Smoothing</i> dengan perulangan sebanyak	MSE	SNR	PSNR
1	133,83218	69,05432	75,06386
2	1,95914	87,39927	93,40881
3	0,01903	107,52664	113,53618

5.4.4 Evaluasi Uji Coba 2

Berdasarkan uji coba 2 yang telah dilakukan, didapatkan informasi tentang perbedaan kualitas *stego-audio* menggunakan nilai MSE, SNR, dan PSNR berdasarkan *reduce payload*, dan *smoothing* yang bisa dilihat pada lampiran. Menurut informasi pada tabel 5.20 terjadi peningkatan kualitas *stego-audio* ketika parameter dari *reduce*

payload i dinaikkan. Peningkatan kualitas juga terjadi ketika *smoothing* dilakukan lebih dari 1 kali, sesuai dengan tabel 5.21. untuk tabel 5.19 dimana hasil uji coba 2 dengan *payload* berbeda beda terjadi penurunan nilai SNR, dan PSNR saat *payload* tersebut dinaikan jumlah bitnya.

Berdasarkan semua hasil tabel yang ada pada lampiran, didapatkan kualitas *stego-audio* terbaik dengan nilai MSE = 0, nilai SNR = *infinite*, nilai PSNR = *infinite* yaitu:

1. Pada *stego-audio1* berjumlah 32 *stego-audio*
2. Pada *stego-audio2* berjumlah 0 *stego-audio*
3. Pada *stego-audio3* berjumlah 0 *stego-audio*
4. Pada *stego-audio4* berjumlah 28 *stego-audio*
5. Pada *stego-audio5* berjumlah 41 *stego-audio*

5.4.5 Skenario Uji Coba 3

Pada skenario uji coba 3 dilakukan untuk mencari nilai PSNR dan PCC yang menentukan kualitas dari audio dan *payload* yang dihasilkan dari tahap ekstraksi. Nilai PSNR merupakan hasil dari analisis audio hasil ekstraksi dan nilai PCC merupakan hasil dari analisis *payload* hasil ekstraksi. Hasil uji coba 3 dapat dilihat pada tabel dan .

Tabel 5.22 Nilai PSNR dan PCC dari audio hasil ekstraksi

Nama Audio	<i>Payload</i>	PSNR	PCC
Audio1	10Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	50Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	100Kbit	<i>infinite</i>	1.0
Audio2	10Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	50Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	100Kbit	<i>infinite</i>	1.0
Audio3	10Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	50Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	100Kbit	<i>infinite</i>	1.0

Audio4	10Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	50Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	100Kbit	<i>infinite</i>	1.0
Audio5	10Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	50Kbit	<i>infinite</i>	1.0
	100Kbit	<i>infinite</i>	1.0

5.4.6 Evaluasi Uji Coba 3

Berdasarkan hasil uji coba 3 yang telah dilakukan, didapatkan hasil *infinite* pada hasil PSNR dan hasil 1 pada PCC. Nilai *infinite* pada PSNR berarti tidak ada *error* atau perbedaan sampel antara audio asli dengan audio hasil dari tahap ekstraksi. Nilai 1 pada PCC berarti nilai maksimum dari batas nilai PCC dimana semakin besar nilai PCC semakin sama hasil *payload* setelah tahap ekstraksi dengan *payload* sebelum tahap penyisipan. Berarti berdasarkan hasil tersebut, audio dan *payload* hasil dari tahap ekstraksi memiliki kesamaan dengan audio asli dan *payload* sebelum disisipkan ke audio. audio dan *payload* tersebut dapat dikembalikan kembali seperti semula.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari tujuan pembangunan perangkat lunak dari hasil uji coba yang telah dilakukan. Hal-hal tersebut digunakan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang telah dikemukakan. Terdapat juga saran yang ditujukan untuk pengembangan perangkat lunak lebih lanjut.

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil uji coba dan evaluasi Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan evaluasi hasil dari uji coba pada skenario 1 yang telah dilakukan. Didapatkan hasil meningkatnya kapasitas payload yang bisa disisipkan. Peningkatan kapasitas tersebut terjadi karena melakukan peningkatan nilai k pada segmen dalam mencari ruang pada tahap *pivoting point* di tahap penyisipan. Jadi cara tersebut telah berhasil meningkatkan kapasitas kapasitas payload yang bisa disisipkan.
2. Berdasarkan evaluasi hasil dari uji coba pada skenario 2 yang telah dilakukan. Didapatkan hasil meningkatnya kualitas *Stego-audio* berdasarkan hasil dari nilai MSE, SNR, dan PSNR. Dengan memberikan nilai $i = 1$ sampai 6 pada *reduce payload* dan perulangan tahap *smoothing* sebanyak 1,2, dan 3 kali mampu meningkatkan kualitas dari *stego-audio* pada metode *Least Significant Digit* yang sudah dimodifikasi. Jadi cara tersebut mampu meningkatkan kualitas *stego-audio*.
3. Berdasarkan evaluasi hasil dari uji coba pada skenario 3 yang telah dilakukan. *Stego-audio* yang telah diekstraksi dapat menghasilkan hasil audio dan *payload* yang sama dengan data sebelum mengalami tahap penyisipan. Hasil tersebut dilakukan berdasarkan hasil dari PSNR yang menghasilkan nilai *infinite* dan nilai dari PCC yang menghasilkan nilai 1.

6.2 Saran

Saran yang diberikan dari hasil uji coba dan evaluasi tugas akhir ini untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Mencari metode atau operasi matematika lain yang mampu menangani permasalahan perhitungan nilai desimal pada sampel audio yang disisipkan *payload* menjadi *stego-audio* dan kembali lagi menjadi audio dan *payload* dengan mengurangi data informasi yang dibutuhkan dalam pengambilan *payload*.
2. Perlu dicoba menggunakan audio dengan *multichannel* lainnya seperti stereo, quad, dan lain lain.
3. Diperlukan pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Artz, "Digital Steganography: Hiding Data within Data," *IEEE INTERNET COMPUTING*, vol. 5, no. 3, pp. 75-80, 2001.
- [2] J. Kour dan D. Verma, "Steganography Techniques –A Review Paper," *International Journal of Emerging Research in Management & Technology*, vol. 3, no. 5, pp. 132-135, 2014.
- [3] D. Yadav, M. Agrawal dan A. Arora, "Performance evaluation of LSB and LSD in steganography," *2014 5th International Conference- Confluence The Next Generation Information Technology Summit (Confluence)*, pp. 515-520, 2014.
- [4] T. P. Fiqar dan T. Ahmad, "Peningkatan Kapasitas Penyisipan Audio Data Hiding Berbasis Modifikasi Metode Least Significant Digit," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 6, pp. 315-325, 2017.
- [5] T. Ahmad dan T. P. Fiqar, "Enhancing the Performance of Audio Data Hiding Method by Smoothing Interpolated Samples," *International Journal of Information and Control*, vol. 7, pp. 1-10, 2011.
- [6] M. H. A. Al-Hooti, S. Djanali dan T. Ahmad, "Audio Data Hiding Based on Sample Value Modification," *Journal Of Informatin Processing Systems*, 2015.
- [7] JetBrains s.r.o., "pycharm," JetBrains s.r.o., [Online]. Available: <https://www.jetbrains.com/pycharm/>. [Diakses 04 Juni 18].
- [8] Python.org, "What is Python? Executive Summary," Python Software Foundation, [Online]. Available: <https://www.python.org/doc/essays/blurp/>. [Diakses 8 January 2018].

- [9] Python.org, "About Python," Python Software Foundation, [Online]. Available: <https://www.python.org/about/>. [Diakses 8 January 2018].
- [10] K.-H. Jung dan Y. Kee-Young, "Steganographic method based on interpolation and LSB substitution of digital images," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 74, no. 6, pp. 2143-2155, 2015.
- [11] TutorVista, "Projectile Motion Formula | Formula for Projectile Motion | Formulas@TutorVista.com," TutorVista.com, [Online]. Available: <https://formulas.tutorvista.com/math/interpolation-formula.html>. [Diakses 27 Juni 2018].
- [12] Browserling, "Random Binary Number Generator - Create Random Bin Digits - Online - Browserling Web Developer Tools," Browserling, [Online]. Available: <https://www.browserling.com/tools/random-bin>. [Diakses 4 July 2018].
- [13] A. E. Mustafa, M. E. ElAlmi dan A. M. F. ElGamal, "A Proposed Algorithm For Steganography In Digital Image Based on Least Significant Bit," *Research Journal Specific Education*, no. 21, pp. 752-767, April 2011.
- [14] M. B. Andra, T. Ahmad, T. Usagawa, M. dan I. , "Medical Record Protection with Improved GRDE Data Hiding Method on Audio Files," 2017.

LAMPIRAN

B.1 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1*

Tabel B.1 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	18,15262	77,73053	83,74007
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	4,50729	83,78077	89,79031
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	1,10979	89,86752	95,87706
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,27045	95,99901	102,00855
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,06400	102,25844	108,26798
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,01446	108,71719	114,72673
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00301	115,53665	121,54618
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	13,89128	78,89250	84,90204
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	3,44462	84,94852	90,95806
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,84543	91,04914	97,05867
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,20371	97,22973	103,23927
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,04731	103,57008	109,57962
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,01036	110,16827	116,17781

segmen k=3;reduce <i>payload i=6</i>	0,00202	117,27036	123,27990
segmen k=4;reduce <i>payload i=0</i>	106,11134	70,06231	76,07185
segmen k=4;reduce <i>payload i=1</i>	26,46722	76,09284	82,10238
segmen k=4;reduce <i>payload i=2</i>	6,58483	82,13448	88,14402
segmen k=4;reduce <i>payload i=3</i>	1,63027	88,19734	94,20688
segmen k=4;reduce <i>payload i=4</i>	0,39971	94,30248	100,31202
segmen k=4;reduce <i>payload i=5</i>	0,09641	100,47850	106,48804
segmen k=4;reduce <i>payload i=6</i>	0,02257	106,78458	112,79412
segmen k=5;reduce <i>payload i=0</i>	142,14059	68,79275	74,80228
segmen k=5;reduce <i>payload i=1</i>	35,44720	74,82411	80,83365
segmen k=5;reduce <i>payload i=2</i>	8,81604	80,86719	86,87673
segmen k=5;reduce <i>payload i=3</i>	2,18275	86,92990	92,93943
segmen k=5;reduce <i>payload i=4</i>	0,53398	93,04469	99,05423
segmen k=5;reduce <i>payload i=5</i>	0,12809	99,24480	105,25434
segmen k=5;reduce <i>payload i=6</i>	0,02961	105,60483	111,61437

Tabel B.2 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,27045	95,99901	102,00855
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,06400	102,25844	108,26798
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,01446	108,71719	114,72673
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,00301	115,53665	121,54618
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00049	123,43988	129,44942
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00008	131,53548	137,54502
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	0,20371	97,22973	103,23927
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,04731	103,57008	109,57962
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,01036	110,16827	116,17781
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,00202	117,27036	123,27990
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,00032	125,25159	131,26113
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00004	134,13185	140,14139
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	1,63027	88,19734	94,20688

segmen k=4;reduce <i>payload i=1</i>	0,39971	94,30248	100,31202
segmen k=4;reduce <i>payload i=2</i>	0,09641	100,47850	106,48804
segmen k=4;reduce <i>payload i=3</i>	0,02257	106,78458	112,79412
segmen k=4;reduce <i>payload i=4</i>	0,00502	113,31707	119,32661
segmen k=4;reduce <i>payload i=5</i>	0,00098	120,41278	126,42232
segmen k=4;reduce <i>payload i=6</i>	0,00015	128,52518	134,53472
segmen k=5;reduce <i>payload i=0</i>	2,18275	86,92990	92,93943
segmen k=5;reduce <i>payload i=1</i>	0,53398	93,04469	99,05423
segmen k=5;reduce <i>payload i=2</i>	0,12809	99,24480	105,25434
segmen k=5;reduce <i>payload i=3</i>	0,02961	105,60483	111,61437
segmen k=5;reduce <i>payload i=4</i>	0,00633	112,30304	118,31258
segmen k=5;reduce <i>payload i=5</i>	0,00123	119,42694	125,43648
segmen k=5;reduce <i>payload i=6</i>	0,00016	128,21109	134,22063

Tabel B.3 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload i=0</i>	0,00301	115,53665	121,54618

segmen k=2;reduce payload i=1	0,00049	123,43988	129,44942
segmen k=2;reduce payload i=2	0,00008	131,53548	137,54502
segmen k=2;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=0	0,00202	117,27036	123,27990
segmen k=3;reduce payload i=1	0,00032	125,25159	131,26113
segmen k=3;reduce payload i=2	0,00004	134,13185	140,14139
segmen k=3;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,02257	106,78458	112,79412
segmen k=4;reduce payload i=1	0,00502	113,31707	119,32661
segmen k=4;reduce payload i=2	0,00098	120,41278	126,42232
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00015	128,52518	134,53472

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,00002	136,76426	142,77380
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	0,02961	105,60483	111,61437
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	0,00633	112,30304	118,31258
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	0,00123	119,42694	125,43648
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	0,00016	128,21109	134,22063
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,00002	136,76426	142,77380
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel B.4 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	62,37314	72,36995	78,37949
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	15,43575	78,43465	84,44419
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	3,78206	84,54264	90,55218
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,90855	90,73643	96,74597

segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,21051	97,08722	103,09676
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,04525	103,76338	109,77292
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00869	110,92850	116,93804
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	56,64931	72,78798	78,79752
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	14,01760	78,85319	84,86273
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	3,43304	84,96313	90,97267
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,82253	91,16841	97,17795
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,19010	97,53018	103,53972
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,04091	104,20150	110,21104
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00780	111,39868	117,40822
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	236,85273	66,57514	72,58468
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	58,93477	72,61621	78,62575
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	14,60248	78,67566	84,68520
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	3,58411	84,77611	90,78565
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,86454	90,95209	96,96163
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,20110	97,28576	103,29530
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,04399	103,88625	109,89579

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	629,85027	62,32755	68,33709
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	157,03182	68,36005	74,36959
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	39,04982	74,40374	80,41328
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	9,66007	80,47013	86,47966
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	2,36414	86,58320	92,59274
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,56524	92,79756	98,80710
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,13041	99,16670	105,17624

Tabel B.5 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,90855	90,73643	96,74597
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,21051	97,08722	103,09676
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,04525	103,76338	109,77292
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,00869	110,92850	116,93804
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00119	119,56267	125,57221
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00018	127,82480	133,83434
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	0,82253	91,16841	97,17795
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,19010	97,53018	103,53972
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,04091	104,20150	110,21104
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,00780	111,39868	117,40822
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,00104	120,16827	126,17781
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00014	128,86376	134,87330
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	3,58411	84,77611	90,78565
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	0,86454	90,95209	96,96163
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	0,20110	97,28576	103,29530
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	0,04399	103,88625	109,89579
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,00827	111,14332	117,15286
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,00128	119,24378	125,25332
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,00009	130,92850	136,93804
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	9,66007	80,47013	86,47966
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	2,36414	86,58320	92,59274
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	0,56524	92,79756	98,80710

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	0,13041	99,16670	105,17624
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,02766	105,90126	111,91080
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,00520	113,15959	119,16913
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00067	122,04158	128,05112

Tabel B.6 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,00869	110,92850	116,93804
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,00119	119,56267	125,57221
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,00018	127,82480	133,83434
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	0,00780	111,39868	117,40822
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,00104	120,16827	126,17781
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,00014	128,86376	134,87330

segmen k=3;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,04399	103,88625	109,89579
segmen k=4;reduce payload i=1	0,00827	111,14332	117,15286
segmen k=4;reduce payload i=2	0,00128	119,24378	125,25332
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00009	130,92850	136,93804
segmen k=4;reduce payload i=4	0,00002	138,52518	144,53472
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=0	0,13041	99,16670	105,17624
segmen k=5;reduce payload i=1	0,02766	105,90126	111,91080
segmen k=5;reduce payload i=2	0,00520	113,15959	119,16913
segmen k=5;reduce payload i=3	0,00067	122,04158	128,05112
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00009	130,74366	136,75320
segmen k=5;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
---	---------	-----------------	-----------------

Tabel B.7 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	133,83218	69,05432	75,06386
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	33,13086	75,11760	81,12714
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	8,12765	81,22028	87,22982
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	1,95914	87,39927	93,40881
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,45633	93,72716	99,73670
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,09928	100,35134	106,36088
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,01903	107,52664	113,53618
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	130,99222	69,14747	75,15701
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	32,44930	75,20787	81,21741
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	7,96346	81,30891	87,31845
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	1,92154	87,48343	93,49297
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,44854	93,80189	99,81143
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,09814	100,40156	106,41110

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,01906	107,51975	113,52929
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	489,07507	63,42617	69,43571
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	121,71001	69,46666	75,47620
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	30,15752	75,52597	81,53551
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	7,40150	81,62673	87,63627
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	1,78669	87,79944	93,80898
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,41626	94,12633	100,13586
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,09106	100,72687	106,73641
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	1357,67493	58,99197	65,00151
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	338,49727	65,02438	71,03391
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	84,19189	71,06722	77,07676
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	20,82622	77,13382	83,14336
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	5,09963	83,24454	89,25408
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	1,22211	89,44882	95,45836
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,28154	95,82456	101,83410

Tabel B.8 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	1,95914	87,39927	93,40881
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,45633	93,72716	99,73670
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,09928	100,35134	106,36088
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,01903	107,52664	113,53618
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00274	115,94839	121,95793
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00040	124,29272	130,30226
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	1,92154	87,48343	93,49297
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,44854	93,80189	99,81143
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,09814	100,40156	106,41110
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,01906	107,51975	113,52929
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,00273	115,95439	121,96393
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00037	124,58942	130,59896
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	7,40150	81,62673	87,63627

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	1,78669	87,79944	93,80898
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	0,41626	94,12633	100,13586
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	0,09106	100,72687	106,73641
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,01728	107,94471	113,95425
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,00269	116,02098	122,03052
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,00015	128,63513	134,64467
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	20,82622	77,13382	83,14336
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	5,09963	83,24454	89,25408
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	1,22211	89,44882	95,45836
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	0,28154	95,82456	101,83410
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,06010	102,53099	108,54052
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,01117	109,84020	115,84974
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00144	118,74794	124,75748

Tabel B.9 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio1* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,01903	107,52664	113,53618

segmen k=2;reduce payload i=1	0,00274	115,94839	121,95793
segmen k=2;reduce payload i=2	0,00040	124,29272	130,30226
segmen k=2;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=0	0,01906	107,51975	113,52929
segmen k=3;reduce payload i=1	0,00273	115,95439	121,96393
segmen k=3;reduce payload i=2	0,00037	124,58942	130,59896
segmen k=3;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,09106	100,72687	106,73641
segmen k=4;reduce payload i=1	0,01728	107,94471	113,95425
segmen k=4;reduce payload i=2	0,00269	116,02098	122,03052
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00015	128,63513	134,64467

segmen k=4;reduce payload i=4	0,00002	137,55608	143,56562
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=0	0,28154	95,82456	101,83410
segmen k=5;reduce payload i=1	0,06010	102,53099	108,54052
segmen k=5;reduce payload i=2	0,01117	109,84020	115,84974
segmen k=5;reduce payload i=3	0,00144	118,74794	124,75748
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00020	127,30302	133,31256
segmen k=5;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

B.2 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2*

Tabel B.10 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	94588,60677	40,56751	46,57108
segmen k=2;reduce payload i=1	22633,45735	46,77839	52,78196
segmen k=2;reduce payload i=2	5657,40034	52,79973	58,80330

segmen k=2;reduce payload i=3	1413,84465	58,82189	64,82545
segmen k=2;reduce payload i=4	353,21205	64,84555	70,84911
segmen k=2;reduce payload i=5	88,18297	70,87206	76,87562
segmen k=2;reduce payload i=6	21,98713	76,90422	82,90778
segmen k=3;reduce payload i=0	59681,80791	42,56748	48,57105
segmen k=3;reduce payload i=1	14589,98730	48,68535	54,68892
segmen k=3;reduce payload i=2	3646,58812	54,70703	60,71060
segmen k=3;reduce payload i=3	911,28422	60,72936	66,73293
segmen k=3;reduce payload i=4	227,61346	66,75392	72,75749
segmen k=3;reduce payload i=5	56,78779	72,78335	78,78692
segmen k=3;reduce payload i=6	14,14016	78,82136	84,82492
segmen k=4;reduce payload i=0	221599,23824	36,87022	42,87378
segmen k=4;reduce payload i=1	53449,57221	43,04646	49,05002
segmen k=4;reduce payload i=2	13360,84047	49,06756	55,07113
segmen k=4;reduce payload i=3	3339,37095	55,08926	61,09282
segmen k=4;reduce payload i=4	834,42022	61,11205	67,11562
segmen k=4;reduce payload i=5	208,40895	67,13674	73,14030

segmen k=4;reduce payload i=6	52,00911	73,16511	79,16867
segmen k=5;reduce payload i=0	353420,17473	34,84299	40,84655
segmen k=5;reduce payload i=1	110181,43099	39,90482	45,90838
segmen k=5;reduce payload i=2	50104,64109	43,32712	49,33069
segmen k=5;reduce payload i=3	11946,34951	49,55355	55,55711
segmen k=5;reduce payload i=4	2985,98583	55,57502	61,57859
segmen k=5;reduce payload i=5	746,16869	61,59753	67,60110
segmen k=5;reduce payload i=6	186,36761	67,62220	73,62576

Tabel B.11 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	1413,84465	58,82189	64,82545
segmen k=2;reduce payload i=1	353,21205	64,84555	70,84911
segmen k=2;reduce payload i=2	88,18297	70,87206	76,87562
segmen k=2;reduce payload i=3	21,98713	76,90422	82,90778
segmen k=2;reduce payload i=4	5,46729	82,94818	88,95175
segmen k=2;reduce payload i=5	1,34980	89,02322	95,02678

segmen k=2;reduce payload i=6	0,33017	95,13853	101,14209
segmen k=3;reduce payload i=0	911,28422	60,72936	66,73293
segmen k=3;reduce payload i=1	227,61346	66,75392	72,75749
segmen k=3;reduce payload i=2	56,78779	72,78335	78,78692
segmen k=3;reduce payload i=3	14,14016	78,82136	84,82492
segmen k=3;reduce payload i=4	3,50858	84,87459	90,87816
segmen k=3;reduce payload i=5	0,86417	90,95991	96,96347
segmen k=3;reduce payload i=6	0,20977	97,10843	103,11199
segmen k=4;reduce payload i=0	3339,37095	55,08926	61,09282
segmen k=4;reduce payload i=1	834,42022	61,11205	67,11562
segmen k=4;reduce payload i=2	208,40895	67,13674	73,14030
segmen k=4;reduce payload i=3	52,00911	73,16511	79,16867
segmen k=4;reduce payload i=4	12,95186	79,20258	85,20614
segmen k=4;reduce payload i=5	3,21115	85,25929	91,26286
segmen k=4;reduce payload i=6	0,78925	91,35376	97,35732
segmen k=5;reduce payload i=0	11946,34951	49,55355	55,55711
segmen k=5;reduce payload i=1	2985,98583	55,57502	61,57859

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	746,16869	61,59753	67,60110
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	186,36761	67,62220	73,62576
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	46,51068	73,65037	79,65394
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	11,58257	79,68785	85,69142
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	2,87136	85,74503	91,74860

Tabel B.12 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	21,98713	76,90422	82,90778
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	5,46729	82,94818	88,95175
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	1,34980	89,02322	95,02678
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,33017	95,13853	101,14209
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,07950	101,32233	107,32589
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,01812	107,74387	113,74743
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00393	114,37724	120,38081
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	14,14016	78,82136	84,82492
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	3,50858	84,87459	90,87816

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,86417	90,95991	96,96347
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,20977	97,10843	103,11199
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,04939	103,38933	109,39289
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,01103	109,90090	115,90446
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00227	116,77024	122,77380
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	52,00911	73,16511	79,16867
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	12,95186	79,20258	85,20614
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	3,21115	85,25929	91,26286
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	0,78925	91,35376	97,35732
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,19130	97,50879	103,51235
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,04494	103,79920	109,80277
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,01002	110,31602	116,31958
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	186,36761	67,62220	73,62576
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	46,51068	73,65037	79,65394
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	11,58257	79,68785	85,69142
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	2,87136	85,74503	91,74860
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,70816	91,82457	97,82813

segmen k=5;reduce payload i=5	0,17122	97,99029	103,99385
segmen k=5;reduce payload i=6	0,04025	104,27785	110,28141

Tabel B.13 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	321720,36051	35,25112	41,25468
segmen k=2;reduce payload i=1	95612,33900	40,52076	46,52433
segmen k=2;reduce payload i=2	36220,60015	44,73635	50,73991
segmen k=2;reduce payload i=3	10331,30152	50,18435	56,18792
segmen k=2;reduce payload i=4	3604,76084	54,75714	60,76070
segmen k=2;reduce payload i=5	900,69061	60,78015	66,78371
segmen k=2;reduce payload i=6	224,91863	66,80565	72,80921
segmen k=3;reduce payload i=0	267682,55462	36,04970	42,05327
segmen k=3;reduce payload i=1	81925,93083	41,19169	47,19525
segmen k=3;reduce payload i=2	19550,65321	47,41429	53,41785
segmen k=3;reduce payload i=3	4885,98011	53,43639	59,43995
segmen k=3;reduce payload i=4	1220,67135	59,45991	65,46348

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	304,74586	65,48652	71,49009
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	75,97848	71,51900	77,52256
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	644284,46000	32,23513	38,23869
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	164288,43277	38,16983	44,17340
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	60936,35326	42,47714	48,48070
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	14250,21704	48,78769	54,79125
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	5421,35037	52,98483	58,98839
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	1354,52643	59,00803	65,01159
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	338,22720	65,03382	71,03738
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	1095674,74032	29,92909	35,93265
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	312300,15701	35,38018	41,38374
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	117190,39637	39,63698	45,64055
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	31365,85978	45,36133	51,36489
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	8664,36784	50,94853	56,95210
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	2164,98196	56,97136	62,97492
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	540,69774	62,99636	68,99992

Tabel B.14 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	10331,30152	50,18435	56,18792
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	3604,76084	54,75714	60,76070
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	900,69061	60,78015	66,78371
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	224,91863	66,80565	72,80921
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	56,11342	72,83523	78,83880
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	13,96792	78,87458	84,87815
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	3,46167	84,93304	90,93661
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	4885,98011	53,43639	59,43995
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	1220,67135	59,45991	65,46348
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	304,74586	65,48652	71,49009
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	75,97848	71,51900	77,52256
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	18,89272	77,56296	83,56652
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	4,67134	83,63149	89,63505
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	1,14124	89,75211	95,75568
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	14250,21704	48,78769	54,79125

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	5421,35037	52,98483	58,98839
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	1354,52643	59,00803	65,01159
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	338,22720	65,03382	71,03738
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	84,36030	71,06452	77,06809
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	20,99785	77,10415	83,10772
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	5,20221	83,16403	89,16759
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	31365,85978	45,36133	51,36489
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	8664,36784	50,94853	56,95210
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	2164,98196	56,97136	62,97492
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	540,69774	62,99636	68,99992
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	134,90391	69,02566	75,02922
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	33,58112	75,06495	81,06851
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	8,32335	81,12292	87,12648

Tabel B.15 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	224,91863	66,80565	72,80921

segmen k=2;reduce payload i=1	56,11342	72,83523	78,83880
segmen k=2;reduce payload i=2	13,96792	78,87458	84,87815
segmen k=2;reduce payload i=3	3,46167	84,93304	90,93661
segmen k=2;reduce payload i=4	0,85076	91,02782	97,03139
segmen k=2;reduce payload i=5	0,20608	97,18564	103,18920
segmen k=2;reduce payload i=6	0,04904	103,42034	109,42391
segmen k=3;reduce payload i=0	75,97848	71,51900	77,52256
segmen k=3;reduce payload i=1	18,89272	77,56296	83,56652
segmen k=3;reduce payload i=2	4,67134	83,63149	89,63505
segmen k=3;reduce payload i=3	1,14124	89,75211	95,75568
segmen k=3;reduce payload i=4	0,27316	95,96175	101,96531
segmen k=3;reduce payload i=5	0,06294	102,33630	108,33987
segmen k=3;reduce payload i=6	0,01355	109,00565	115,00921
segmen k=4;reduce payload i=0	338,22720	65,03382	71,03738
segmen k=4;reduce payload i=1	84,36030	71,06452	77,06809
segmen k=4;reduce payload i=2	20,99785	77,10415	83,10772
segmen k=4;reduce payload i=3	5,20221	83,16403	89,16759

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	1,27764	89,26183	95,26539
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,30857	95,43235	101,43591
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,07242	101,72734	107,73091
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	540,69774	62,99636	68,99992
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	134,90391	69,02566	75,02922
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	33,58112	75,06495	81,06851
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	8,32335	81,12292	87,12648
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	2,04689	87,21496	93,21852
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,49508	93,37910	99,38267
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,11667	99,65624	105,65981

Tabel B.16 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	2033601,74759	27,24324	33,24681
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	770315,82883	31,45921	37,46278
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	496528,54450	33,36646	39,37002
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	123353,04769	39,41440	45,41797

segmen k=2;reduce payload i=4	38259,51629	44,49851	50,50207
segmen k=2;reduce payload i=5	9562,23101	50,52031	56,52387
segmen k=2;reduce payload i=6	2389,18053	56,54341	62,54698
segmen k=3;reduce payload i=0	2245633,57261	26,81251	32,81608
segmen k=3;reduce payload i=1	725131,15869	31,72174	37,72530
segmen k=3;reduce payload i=2	434395,08068	33,94705	39,95062
segmen k=3;reduce payload i=3	101738,11598	40,25107	46,25463
segmen k=3;reduce payload i=4	30023,87566	45,55123	51,55480
segmen k=3;reduce payload i=5	7503,27082	51,57340	57,57696
segmen k=3;reduce payload i=6	1874,55913	57,59691	63,60047
segmen k=4;reduce payload i=0	3194361,47535	25,28206	31,28563
segmen k=4;reduce payload i=1	1323409,88210	29,10896	35,11252
segmen k=4;reduce payload i=2	1024068,57247	30,22261	36,22618
segmen k=4;reduce payload i=3	246398,93067	36,40951	42,41308
segmen k=4;reduce payload i=4	88117,41001	40,87528	46,87885
segmen k=4;reduce payload i=5	21066,24160	47,09003	53,09360
segmen k=4;reduce payload i=6	5264,41399	53,11240	59,11597

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	3993059,99151	24,31284	30,31641
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	1769408,54205	27,84762	33,85118
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	1360606,63263	28,98858	34,99214
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	361271,65343	34,74756	40,75113
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	149636,47338	38,57553	44,57909
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	37352,35391	44,60272	50,60629
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	9335,13194	50,62470	56,62826

Tabel B.17 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	123353,04769	39,41440	45,41797
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	38259,51629	44,49851	50,50207
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	9562,23101	50,52031	56,52387
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	2389,18053	56,54341	62,54698
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	596,67009	62,56856	68,57212
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	148,84593	68,59853	74,60210
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	37,04964	74,63806	80,64163

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	101738,11598	40,25107	46,25463
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	30023,87566	45,55123	51,55480
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	7503,27082	51,57340	57,57696
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	1874,55913	57,59691	63,60047
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	467,98288	63,62360	69,62717
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	116,67735	69,65604	75,65960
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	29,00747	75,70080	81,70437
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	246398,93067	36,40951	42,41308
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	88117,41001	40,87528	46,87885
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	21066,24160	47,09003	53,09360
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	5264,41399	53,11240	59,11597
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	1314,99665	59,13666	65,14022
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	328,20557	65,16444	71,16801
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	81,78677	71,19907	77,20264
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	361271,65343	34,74756	40,75113
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	149636,47338	38,57553	44,57909
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	37352,35391	44,60272	50,60629

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	9335,13194	50,62470	56,62826
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	2332,38965	56,64789	62,65146
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	582,35231	62,67404	68,67761
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	145,21557	68,70577	74,70933

Tabel B.18 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio2* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	2389,18053	56,54341	62,54698
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	596,67009	62,56856	68,57212
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	148,84593	68,59853	74,60210
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	37,04964	74,63806	80,64163
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	9,17918	80,69786	86,70143
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	2,25524	86,79398	92,79754
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,54565	92,95674	98,96031
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	1874,55913	57,59691	63,60047
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	467,98288	63,62360	69,62717
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	116,67735	69,65604	75,65960

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	29,00747	75,70080	81,70437
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	7,17234	81,76929	87,77286
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	1,75701	87,87817	93,88173
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,42178	94,07499	100,07856
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	5264,41399	53,11240	59,11597
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	1314,99665	59,13666	65,14022
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	328,20557	65,16444	71,16801
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	81,78677	71,19907	77,20264
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	20,31135	77,24851	83,25208
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	5,01397	83,32408	89,32765
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	1,22359	89,44956	95,45312
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	9335,13194	50,62470	56,62826
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	2332,38965	56,64789	62,65146
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	582,35231	62,67404	68,67761
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	145,21557	68,70577	74,70933
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	36,12112	74,74829	80,75185
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	8,93833	80,81334	86,81690

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	2,19300	86,91552	92,91909
---	---------	----------	----------

B.3 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3*

Tabel B.19 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	297499,59390	35,15150	41,59460
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	106476,75959	39,61382	46,05692
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	43717,05838	43,47985	49,92296
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	10837,90915	49,53691	55,98001
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	2708,82548	55,55855	62,00166
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	676,94303	61,58084	68,02394
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	169,07565	67,60555	74,04866
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	273689,10909	35,51379	41,95689
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	78667,28368	40,92842	47,37152
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	28398,17708	45,35346	51,79656
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	7098,57669	51,37465	57,81775
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	1774,10313	57,39658	63,83968

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	443,25556	63,41982	69,86292
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	110,68851	69,44534	75,88844
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	463980,11439	33,22137	39,66447
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	182937,18094	37,26334	43,70645
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	98135,21236	39,96812	46,41122
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	27272,42273	45,52913	51,97223
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	9013,05296	50,33764	56,78075
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	2252,70098	56,35933	62,80243
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	562,91226	62,38196	68,82506
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	525056,65094	32,68430	39,12740
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	247830,39570	35,94482	42,38792
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	196377,87432	36,95544	43,39854
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	70763,68023	41,38826	47,83136
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	39432,61229	43,92781	50,37091
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	8228,52125	50,73315	57,17625
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	2056,65140	56,75476	63,19786

Tabel B.20 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	10837,90915	49,53691	55,98001
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	2708,82548	55,55855	62,00166
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	676,94303	61,58084	68,02394
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	169,07565	67,60555	74,04866
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	42,19149	73,63412	80,07722
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	10,50649	79,67179	86,11489
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	2,60923	85,72124	92,16434
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	7098,57669	51,37465	57,81775
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	1774,10313	57,39658	63,83968
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	443,25556	63,41982	69,86292
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	110,68851	69,44534	75,88844
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	27,61026	75,47566	81,91876
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	6,86828	81,51789	87,96099
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	1,70024	87,58126	94,02436
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	27272,42273	45,52913	51,97223

segmen k=4;reduce payload i=1	9013,05296	50,33764	56,78075
segmen k=4;reduce payload i=2	2252,70098	56,35933	62,80243
segmen k=4;reduce payload i=3	562,91226	62,38196	68,82506
segmen k=4;reduce payload i=4	140,58471	68,40698	74,85009
segmen k=4;reduce payload i=5	35,08428	74,43524	80,87834
segmen k=4;reduce payload i=6	8,74004	80,47123	86,91433
segmen k=5;reduce payload i=0	70763,68023	41,38826	47,83136
segmen k=5;reduce payload i=1	39432,61229	43,92781	50,37091
segmen k=5;reduce payload i=2	8228,52125	50,73315	57,17625
segmen k=5;reduce payload i=3	2056,65140	56,75476	63,19786
segmen k=5;reduce payload i=4	513,94947	62,77716	69,22026
segmen k=5;reduce payload i=5	128,36645	68,80185	75,24495
segmen k=5;reduce payload i=6	32,03300	74,83039	81,27349

Tabel B.21 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	169,07565	67,60555	74,04866
segmen k=2;reduce payload i=1	42,19149	73,63412	80,07722

segmen k=2;reduce payload i=2	10,50649	79,67179	86,11489
segmen k=2;reduce payload i=3	2,60923	85,72124	92,16434
segmen k=2;reduce payload i=4	0,64364	91,79991	98,24302
segmen k=2;reduce payload i=5	0,15704	97,92640	104,36950
segmen k=2;reduce payload i=6	0,03734	104,16508	110,60819
segmen k=3;reduce payload i=0	110,68851	69,44534	75,88844
segmen k=3;reduce payload i=1	27,61026	75,47566	81,91876
segmen k=3;reduce payload i=2	6,86828	81,51789	87,96099
segmen k=3;reduce payload i=3	1,70024	87,58126	94,02436
segmen k=3;reduce payload i=4	0,41676	93,68748	100,13058
segmen k=3;reduce payload i=5	0,10070	99,85606	106,29916
segmen k=3;reduce payload i=6	0,02354	106,16873	112,61183
segmen k=4;reduce payload i=0	562,91226	62,38196	68,82506
segmen k=4;reduce payload i=1	140,58471	68,40698	74,85009
segmen k=4;reduce payload i=2	35,08428	74,43524	80,87834
segmen k=4;reduce payload i=3	8,74004	80,47123	86,91433
segmen k=4;reduce payload i=4	2,16964	86,52250	92,96560

segmen k=4;reduce payload i=5	0,53540	92,59959	99,04269
segmen k=4;reduce payload i=6	0,13016	98,74146	105,18456
segmen k=5;reduce payload i=0	2056,65140	56,75476	63,19786
segmen k=5;reduce payload i=1	513,94947	62,77716	69,22026
segmen k=5;reduce payload i=2	128,36645	68,80185	75,24495
segmen k=5;reduce payload i=3	32,03300	74,83039	81,27349
segmen k=5;reduce payload i=4	7,97569	80,86868	87,31178
segmen k=5;reduce payload i=5	1,97987	86,92000	93,36310
segmen k=5;reduce payload i=6	0,48832	92,99929	99,44239

Tabel B.22 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	1209815,64579	29,05917	35,50227
segmen k=2;reduce payload i=1	253162,63289	35,85237	42,29547
segmen k=2;reduce payload i=2	153044,80851	38,03818	44,48128
segmen k=2;reduce payload i=3	34677,28842	44,48591	50,92901
segmen k=2;reduce payload i=4	8666,94470	50,50770	56,95081

segmen k=2;reduce payload i=5	2165,62300	56,53054	62,97364
segmen k=2;reduce payload i=6	540,83824	62,55569	68,99879
segmen k=3;reduce payload i=0	1164517,18246	29,22491	35,66801
segmen k=3;reduce payload i=1	256948,71782	35,78790	42,23100
segmen k=3;reduce payload i=2	139928,06412	38,42732	44,87042
segmen k=3;reduce payload i=3	24311,01818	46,02833	52,47143
segmen k=3;reduce payload i=4	7719,53910	51,01045	57,45355
segmen k=3;reduce payload i=5	1928,75510	57,03359	63,47670
segmen k=3;reduce payload i=6	481,67218	63,05885	69,50195
segmen k=4;reduce payload i=0	1822053,02739	27,28075	33,72386
segmen k=4;reduce payload i=1	678284,64502	31,57224	38,01535
segmen k=4;reduce payload i=2	509466,22196	32,81521	39,25831
segmen k=4;reduce payload i=3	102673,44593	39,77178	46,21488
segmen k=4;reduce payload i=4	42781,26648	43,57383	50,01693
segmen k=4;reduce payload i=5	10442,23081	49,69843	56,14153
segmen k=4;reduce payload i=6	2609,37869	55,72099	62,16409
segmen k=5;reduce payload i=0	2341940,92713	26,19060	32,63371

segmen k=5;reduce payload i=1	1164508,52202	29,22494	35,66804
segmen k=5;reduce payload i=2	933788,07923	30,18388	36,62698
segmen k=5;reduce payload i=3	224950,57084	36,36549	42,80860
segmen k=5;reduce payload i=4	111100,94799	39,42919	45,87229
segmen k=5;reduce payload i=5	25202,78559	45,87188	52,31498
segmen k=5;reduce payload i=6	6298,69483	51,89386	58,33696

Tabel B.23 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	34677,28842	44,48591	50,92901
segmen k=2;reduce payload i=1	8666,94470	50,50770	56,95081
segmen k=2;reduce payload i=2	2165,62300	56,53054	62,97364
segmen k=2;reduce payload i=3	540,83824	62,55569	68,99879
segmen k=2;reduce payload i=4	134,93421	68,58514	75,02825
segmen k=2;reduce payload i=5	33,59212	74,62399	81,06709
segmen k=2;reduce payload i=6	8,32515	80,68244	87,12554
segmen k=3;reduce payload i=0	24311,01818	46,02833	52,47143

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	7719,53910	51,01045	57,45355
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	1928,75510	57,03359	63,47670
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	481,67218	63,05885	69,50195
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	120,13922	69,08952	75,53262
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	29,88688	75,13156	81,57466
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	7,40195	81,19290	87,63601
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	102673,44593	39,77178	46,21488
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	42781,26648	43,57383	50,01693
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	10442,23081	49,69843	56,14153
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	2609,37869	55,72099	62,16409
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	651,75677	61,74551	68,18861
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	162,66733	67,77336	74,21646
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	40,52525	73,80911	80,25221
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	224950,57084	36,36549	42,80860
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	111100,94799	39,42919	45,87229
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	25202,78559	45,87188	52,31498
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	6298,69483	51,89386	58,33696

segmen k=5;reduce payload i=4	1573,71506	57,91710	64,36021
segmen k=5;reduce payload i=5	392,94650	63,94303	70,38613
segmen k=5;reduce payload i=6	97,99563	69,97430	76,41740

Tabel B.24 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	540,83824	62,55569	68,99879
segmen k=2;reduce payload i=1	134,93421	68,58514	75,02825
segmen k=2;reduce payload i=2	33,59212	74,62399	81,06709
segmen k=2;reduce payload i=3	8,32515	80,68244	87,12554
segmen k=2;reduce payload i=4	2,04553	86,77831	93,22142
segmen k=2;reduce payload i=5	0,49481	92,94195	99,38506
segmen k=2;reduce payload i=6	0,11573	99,25174	105,69484
segmen k=3;reduce payload i=0	481,67218	63,05885	69,50195
segmen k=3;reduce payload i=1	120,13922	69,08952	75,53262
segmen k=3;reduce payload i=2	29,88688	75,13156	81,57466
segmen k=3;reduce payload i=3	7,40195	81,19290	87,63601

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	1,81447	87,29888	93,74198
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,43679	93,48361	99,92671
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,10158	99,81841	106,26151
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	2609,37869	55,72099	62,16409
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	651,75677	61,74551	68,18861
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	162,66733	67,77336	74,21646
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	40,52525	73,80911	80,25221
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	10,06545	79,85803	86,30114
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	2,48389	85,93504	92,37814
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,60258	92,08621	98,52932
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	6298,69483	51,89386	58,33696
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	1573,71506	57,91710	64,36021
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	392,94650	63,94303	70,38613
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	97,99563	69,97430	76,41740
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	24,38377	76,01536	82,45846
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	6,03726	82,07796	88,52106
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	1,48067	88,18178	94,62488

Tabel B.25 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	3002069,91614	25,11216	31,55526
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	1162621,55993	29,23198	35,67508
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	846292,42742	30,61116	37,05426
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	224257,51453	36,37889	42,82200
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	108569,23497	39,52930	45,97240
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	25421,24650	45,83440	52,27750
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	6353,14056	51,85648	58,29958
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	2963562,72085	25,16822	31,61132
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	1108130,84132	29,44045	35,88356
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	703933,93768	31,41105	37,85415
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	207170,08348	36,72309	43,16620
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	82847,40209	40,70358	47,14668
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	20280,51070	46,81558	53,25868
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	5068,01985	52,83798	59,28108

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	4096954,34769	23,76175	30,20485
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	1835590,08398	27,24861	33,69171
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	1486104,96484	28,16587	34,60897
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	390916,45515	33,96552	40,40863
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	244178,34158	36,00929	42,45239
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	57953,20879	42,25559	48,69869
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	14484,96794	48,27719	54,72029
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	4818265,21210	23,05746	29,50056
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	2560750,96954	25,80269	32,24579
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	2010763,68233	26,85275	33,29586
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	590117,19487	32,17698	38,62008
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	369646,88514	34,20849	40,65160
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	93018,18291	40,20069	46,64379
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	30437,82330	45,05223	51,49533

Tabel B.26 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	224257,51453	36,37889	42,82200
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	108569,23497	39,52930	45,97240
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	25421,24650	45,83440	52,27750
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	6353,14056	51,85648	58,29958
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	1587,16758	57,88014	64,32324
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	396,28456	63,90629	70,34939
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	98,82993	69,93748	76,38058
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	207170,08348	36,72309	43,16620
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	82847,40209	40,70358	47,14668
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	20280,51070	46,81558	53,25868
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	5068,01985	52,83798	59,28108
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	1266,02985	58,86192	65,30503
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	316,01853	64,88924	71,33234
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	78,75643	70,92350	77,36661
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	390916,45515	33,96552	40,40863

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	244178,34158	36,00929	42,45239
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	57953,20879	42,25559	48,69869
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	14484,96794	48,27719	54,72029
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	3619,53578	54,29984	60,74294
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	904,06219	60,32438	66,76748
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	225,57593	66,35344	72,79654
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	590117,19487	32,17698	38,62008
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	369646,88514	34,20849	40,65160
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	93018,18291	40,20069	46,64379
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	30437,82330	45,05223	51,49533
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	7051,49265	51,40355	57,84666
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	1761,65393	57,42716	63,87026
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	439,84224	63,45339	69,89650

Tabel B.27 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio3* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	6353,14056	51,85648	58,29958

segmen k=2;reduce payload i=1	1587,16758	57,88014	64,32324
segmen k=2;reduce payload i=2	396,28456	63,90629	70,34939
segmen k=2;reduce payload i=3	98,82993	69,93748	76,38058
segmen k=2;reduce payload i=4	24,57383	75,98164	82,42474
segmen k=2;reduce payload i=5	6,08270	82,04540	88,48851
segmen k=2;reduce payload i=6	1,49124	88,15090	94,59400
segmen k=3;reduce payload i=0	5068,01985	52,83798	59,28108
segmen k=3;reduce payload i=1	1266,02985	58,86192	65,30503
segmen k=3;reduce payload i=2	316,01853	64,88924	71,33234
segmen k=3;reduce payload i=3	78,75643	70,92350	77,36661
segmen k=3;reduce payload i=4	19,57303	76,96978	83,41288
segmen k=3;reduce payload i=5	4,83725	83,04038	89,48348
segmen k=3;reduce payload i=6	1,18183	89,16081	95,60391
segmen k=4;reduce payload i=0	14484,96794	48,27719	54,72029
segmen k=4;reduce payload i=1	3619,53578	54,29984	60,74294
segmen k=4;reduce payload i=2	904,06219	60,32438	66,76748
segmen k=4;reduce payload i=3	225,57593	66,35344	72,79654

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	56,18187	72,39040	78,83350
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	13,94385	78,44254	84,88564
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	3,43637	84,52537	90,96847
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	30437,82330	45,05223	51,49533
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	7051,49265	51,40355	57,84666
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	1761,65393	57,42716	63,87026
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	439,84224	63,45339	69,89650
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	109,66865	69,48554	75,92864
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	27,26421	75,53044	81,97354
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	6,74434	81,59697	88,04007

B.4 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4*

Tabel B.28 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	59,70883	72,55511	78,56908
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	14,86606	78,59353	84,60751
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	3,68438	84,65185	90,66582

segmen k=2;reduce payload i=3	0,90544	90,74691	96,76088
segmen k=2;reduce payload i=4	0,21926	96,90586	102,91984
segmen k=2;reduce payload i=5	0,05117	103,22516	109,23913
segmen k=2;reduce payload i=6	0,01098	109,90839	115,92236
segmen k=3;reduce payload i=0	55,01337	72,91081	78,92478
segmen k=3;reduce payload i=1	13,69082	78,95120	84,96517
segmen k=3;reduce payload i=2	3,39392	85,00848	91,02246
segmen k=3;reduce payload i=3	0,83409	91,10338	97,11735
segmen k=3;reduce payload i=4	0,20140	97,27480	103,28878
segmen k=3;reduce payload i=5	0,04703	103,59139	109,60537
segmen k=3;reduce payload i=6	0,01024	110,21165	116,22562
segmen k=4;reduce payload i=0	333,83290	65,08020	71,09417
segmen k=4;reduce payload i=1	83,33110	71,10742	77,12139
segmen k=4;reduce payload i=2	20,77058	77,14101	83,15498
segmen k=4;reduce payload i=3	5,16501	83,18479	89,19876
segmen k=4;reduce payload i=4	1,27642	89,25554	95,26952
segmen k=4;reduce payload i=5	0,31155	95,38028	101,39425

segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,07471	101,58150	107,59547
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	682,64727	61,97353	67,98750
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	170,48162	67,99872	74,01269
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	42,52376	74,02918	80,04315
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	10,58618	80,06810	86,08207
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	2,62483	86,12448	92,13846
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,64521	92,21847	98,23245
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,15540	98,40102	104,41500

Tabel B.29 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,90544	90,74691	96,76088
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,21926	96,90586	102,91984
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,05117	103,22516	109,23913
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,01098	109,90839	115,92236
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00202	117,26593	123,27990
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00030	125,51044	131,52442

segmen k=2;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=0	0,83409	91,10338	97,11735
segmen k=3;reduce payload i=1	0,20140	97,27480	103,28878
segmen k=3;reduce payload i=2	0,04703	103,59139	109,60537
segmen k=3;reduce payload i=3	0,01024	110,21165	116,22562
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00192	117,47416	123,48814
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00025	126,41221	132,42618
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	5,16501	83,18479	89,19876
segmen k=4;reduce payload i=1	1,27642	89,25554	95,26952
segmen k=4;reduce payload i=2	0,31155	95,38028	101,39425
segmen k=4;reduce payload i=3	0,07471	101,58150	107,59547
segmen k=4;reduce payload i=4	0,01722	107,95455	113,96852
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00368	114,65130	120,66527
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00067	122,08622	128,10019
segmen k=5;reduce payload i=0	10,58618	80,06810	86,08207
segmen k=5;reduce payload i=1	2,62483	86,12448	92,13846

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	0,64521	92,21847	98,23245
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	0,15540	98,40102	104,41500
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,03601	104,75133	110,76530
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,00789	111,34404	117,35801
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00145	118,70935	124,72333

Tabel B.30 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,01098	109,90839	115,92236
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,00202	117,26593	123,27990
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,00030	125,51044	131,52442
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	0,01024	110,21165	116,22562
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,00192	117,47416	123,48814

segmen k=3;reduce payload i=2	0,00025	126,41221	132,42618
segmen k=3;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,07471	101,58150	107,59547
segmen k=4;reduce payload i=1	0,01722	107,95455	113,96852
segmen k=4;reduce payload i=2	0,00368	114,65130	120,66527
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00067	122,08622	128,10019
segmen k=4;reduce payload i=4	0,00009	130,92406	136,93804
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=0	0,15540	98,40102	104,41500
segmen k=5;reduce payload i=1	0,03601	104,75133	110,76530
segmen k=5;reduce payload i=2	0,00789	111,34404	117,35801
segmen k=5;reduce payload i=3	0,00145	118,70935	124,72333
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00020	127,29858	133,31256

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel B.31 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	265,64324	66,07251	72,08648
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	66,11599	72,11243	78,12640
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	16,37491	78,17371	84,18768
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	4,02092	84,27224	90,28621
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,96787	90,45731	96,47129
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,22562	96,78174	102,79572
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,04904	103,40993	109,42391
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	255,05115	66,24922	72,26319
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	63,46130	72,29040	78,30438
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	15,72088	78,35073	84,36470
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	3,85879	84,45099	90,46496
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,93140	90,62414	96,63812

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,21628	96,96533	102,97931
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,04730	103,56669	109,58066
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	998,96355	60,32000	66,33397
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	249,23106	66,34947	72,36344
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	62,03357	72,38923	78,40320
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	15,38332	78,44499	84,45896
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	3,78173	84,53859	90,55256
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,91379	90,70705	96,72102
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,21421	97,00712	103,02109
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	2323,30415	56,65443	62,66841
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	580,04329	62,68089	68,69486
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	144,60850	68,71356	74,72753
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	35,95235	74,75822	80,77219
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	8,88658	80,82815	86,84212
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	2,17268	86,94553	92,95951
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,52102	93,14693	99,16090

Tabel B.32 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	4,02092	84,27224	90,28621
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,96787	90,45731	96,47129
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,22562	96,78174	102,79572
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,04904	103,40993	109,42391
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00911	110,71937	116,73334
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00133	119,06360	125,07757
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00003	134,99892	141,01289
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	3,85879	84,45099	90,46496
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,93140	90,62414	96,63812
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,21628	96,96533	102,97931
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,04730	103,56669	109,58066
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,00885	110,84733	116,86130
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00141	118,83591	124,84989
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00006	132,78043	138,79440
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	15,38332	78,44499	84,45896

segmen k=4;reduce payload i=1	3,78173	84,53859	90,55256
segmen k=4;reduce payload i=2	0,91379	90,70705	96,72102
segmen k=4;reduce payload i=3	0,21421	97,00712	103,02109
segmen k=4;reduce payload i=4	0,04730	103,56669	109,58066
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00915	110,70319	116,71716
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00134	119,05131	125,06528
segmen k=5;reduce payload i=0	35,95235	74,75822	80,77219
segmen k=5;reduce payload i=1	8,88658	80,82815	86,84212
segmen k=5;reduce payload i=2	2,17268	86,94553	92,95951
segmen k=5;reduce payload i=3	0,52102	93,14693	99,16090
segmen k=5;reduce payload i=4	0,11936	99,54708	105,56106
segmen k=5;reduce payload i=5	0,02523	106,29553	112,30950
segmen k=5;reduce payload i=6	0,00455	113,73869	119,75266

Tabel B.33 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	0,04904	103,40993	109,42391

segmen k=2;reduce payload i=1	0,00911	110,71937	116,73334
segmen k=2;reduce payload i=2	0,00133	119,06360	125,07757
segmen k=2;reduce payload i=3	0,00003	134,99892	141,01289
segmen k=2;reduce payload i=4	0,0000037793	144,54134	150,55532
segmen k=2;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=0	0,04730	103,56669	109,58066
segmen k=3;reduce payload i=1	0,00885	110,84733	116,86130
segmen k=3;reduce payload i=2	0,00141	118,83591	124,84989
segmen k=3;reduce payload i=3	0,00006	132,78043	138,79440
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00001	141,53104	147,54502
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,21421	97,00712	103,02109
segmen k=4;reduce payload i=1	0,04730	103,56669	109,58066
segmen k=4;reduce payload i=2	0,00915	110,70319	116,71716
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00134	119,05131	125,06528

segmen k=4;reduce payload i=4	0,00020	127,21740	133,23138
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=0	0,52102	93,14693	99,16090
segmen k=5;reduce payload i=1	0,11936	99,54708	105,56106
segmen k=5;reduce payload i=2	0,02523	106,29553	112,30950
segmen k=5;reduce payload i=3	0,00455	113,73869	119,75266
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00065	122,16088	128,17485
segmen k=5;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel B.34 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	619,59240	62,39443	68,40841
segmen k=2;reduce payload i=1	154,28177	68,43235	74,44632
segmen k=2;reduce payload i=2	38,25878	74,48818	80,50215
segmen k=2;reduce payload i=3	9,41538	80,57712	86,59109

segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	2,28254	86,73131	92,74528
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,53569	93,02636	99,04033
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,11874	99,56956	105,58353
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	583,36388	62,65610	68,67007
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	145,26378	68,69392	74,70789
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	36,02838	74,74905	80,76302
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	8,86452	80,83894	86,85291
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	2,14704	86,99709	93,01107
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,50397	93,29148	99,30545
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,11132	99,84975	105,86372
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	2249,77554	56,79410	62,80807
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	561,31992	62,82339	68,83736
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	139,79101	68,86070	74,87467
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	34,68009	74,91469	80,92866
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	8,53837	81,00174	87,01572
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	2,06880	87,15832	93,17229
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,48728	93,43770	99,45167

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	6346,47674	52,29017	58,30414
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	1584,86708	58,31556	64,32954
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	395,29270	64,34631	70,36028
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	98,34998	70,38775	76,40172
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	24,37079	76,44680	82,46077
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	5,98768	82,54291	88,55688
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	1,44420	88,71922	94,73319

Tabel B.35 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	9,41538	80,57712	86,59109
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	2,28254	86,73131	92,74528
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,53569	93,02636	99,04033
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,11874	99,56956	105,58353
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,02295	106,70802	112,72200
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00380	114,51536	120,52934
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00028	125,84903	131,86300

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	8,86452	80,83894	86,85291
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	2,14704	86,99709	93,01107
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,50397	93,29148	99,30545
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,11132	99,84975	105,86372
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,02194	106,90407	112,91804
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00373	114,59817	120,61214
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00032	125,29855	131,31252
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	34,68009	74,91469	80,92866
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	8,53837	81,00174	87,01572
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	2,06880	87,15832	93,17229
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	0,48728	93,43770	99,45167
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,10843	99,96419	105,97816
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,02148	106,99557	113,00954
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,00323	115,22676	121,24074
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	98,34998	70,38775	76,40172
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	24,37079	76,44680	82,46077
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	5,98768	82,54291	88,55688

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	1,44420	88,71922	94,73319
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,33640	95,04695	101,06093
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,07328	101,66579	107,67976
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,01393	108,87697	114,89094

Tabel B.36 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio4* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,11874	99,56956	105,58353
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,02295	106,70802	112,72200
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,00380	114,51536	120,52934
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,00028	125,84903	131,86300
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00004	134,12742	140,14139
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	0,11132	99,84975	105,86372
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,02194	106,90407	112,91804
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,00373	114,59817	120,61214

segmen k=3;reduce payload i=3	0,00032	125,29855	131,31252
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00005	133,40191	139,41588
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,48728	93,43770	99,45167
segmen k=4;reduce payload i=1	0,10843	99,96419	105,97816
segmen k=4;reduce payload i=2	0,02148	106,99557	113,00954
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00323	115,22676	121,24074
segmen k=4;reduce payload i=4	0,00046	123,71349	129,72746
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=0	1,44420	88,71922	94,73319
segmen k=5;reduce payload i=1	0,33640	95,04695	101,06093
segmen k=5;reduce payload i=2	0,07328	101,66579	107,67976
segmen k=5;reduce payload i=3	0,01393	108,87697	114,89094
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00216	116,97498	122,98895
segmen k=5;reduce payload i=5	0,00009	130,73923	136,75320

segmen k=5;reduce payload i=6	0,00002	138,52074	144,53472
----------------------------------	---------	-----------	-----------

B.5 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5*

Tabel B.37 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	0,35999	94,73814	100,76662
segmen k=2;reduce payload i=1	0,08358	101,07997	107,10845
segmen k=2;reduce payload i=2	0,01811	107,72258	113,75105
segmen k=2;reduce payload i=3	0,00353	114,81872	120,84720
segmen k=2;reduce payload i=4	0,00055	122,88331	128,91179
segmen k=2;reduce payload i=5	0,00003	134,98442	141,01289
segmen k=2;reduce payload i=6	0,00000	144,52684	150,55532
segmen k=3;reduce payload i=0	0,25505	96,23470	102,26318
segmen k=3;reduce payload i=1	0,05838	102,63840	108,66687
segmen k=3;reduce payload i=2	0,01231	109,39733	115,42580
segmen k=3;reduce payload i=3	0,00217	116,93772	122,96620
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00029	125,71870	131,74718

segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,67872	91,98412	98,01259
segmen k=4;reduce payload i=1	0,16126	98,22582	104,25429
segmen k=4;reduce payload i=2	0,03660	104,66674	110,69522
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00759	111,50137	117,52984
segmen k=4;reduce payload i=4	0,00128	119,21205	125,24053
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00012	129,47534	135,50382
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00002	138,50624	144,53472
segmen k=5;reduce payload i=0	1,47268	88,61992	94,64839
segmen k=5;reduce payload i=1	0,35712	94,77280	100,80127
segmen k=5;reduce payload i=2	0,08310	101,10479	107,13326
segmen k=5;reduce payload i=3	0,01848	107,63375	113,66223
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00362	114,70865	120,73713
segmen k=5;reduce payload i=5	0,00052	123,15963	129,18811
segmen k=5;reduce payload i=6	0,00008	131,30465	137,33312

Tabel B.38 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	0,00353	114,81872	120,84720
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	0,00055	122,88331	128,91179
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,00003	134,98442	141,01289
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,000004	144,52684	150,55532
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	0,00217	116,93772	122,96620
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	0,00029	125,71870	131,74718
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	0,00759	111,50137	117,52984

segmen k=4;reduce <i>payload i=1</i>	0,00128	119,21205	125,24053
segmen k=4;reduce <i>payload i=2</i>	0,00012	129,47534	135,50382
segmen k=4;reduce <i>payload i=3</i>	0,00002	138,50624	144,53472
segmen k=4;reduce <i>payload i=4</i>	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload i=5</i>	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce <i>payload i=6</i>	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce <i>payload i=0</i>	0,01848	107,63375	113,66223
segmen k=5;reduce <i>payload i=1</i>	0,00362	114,70865	120,73713
segmen k=5;reduce <i>payload i=2</i>	0,00052	123,15963	129,18811
segmen k=5;reduce <i>payload i=3</i>	0,00008	131,30465	137,33312
segmen k=5;reduce <i>payload i=4</i>	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce <i>payload i=5</i>	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce <i>payload i=6</i>	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel B.39 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 10Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload i=0</i>	0,000004	144,52684	150,55532

segmen k=2;reduce payload i=1	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=2	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=2;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=0	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=1	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=2	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=3;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=0	0,00002	138,50624	144,53472
segmen k=4;reduce payload i=1	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=2	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

segmen k=4;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=4;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=0	0,00008	131,30465	137,33312
segmen k=5;reduce payload i=1	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=2	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=3	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=4	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=5	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>
segmen k=5;reduce payload i=6	0,00000	<i>infinite</i>	<i>infinite</i>

Tabel B.40 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	19597,78856	47,37892	53,40740
segmen k=2;reduce payload i=1	4897,67164	53,40109	59,42957
segmen k=2;reduce payload i=2	1223,60791	59,42457	65,45304
segmen k=2;reduce payload i=3	305,42338	65,45197	71,48044

segmen k=2;reduce payload i=4	76,13112	71,48537	77,51384
segmen k=2;reduce payload i=5	18,91799	77,53224	83,56072
segmen k=2;reduce payload i=6	4,67771	83,60066	89,62913
segmen k=3;reduce payload i=0	17300,96473	47,92029	53,94876
segmen k=3;reduce payload i=1	4323,54222	53,94259	59,97107
segmen k=3;reduce payload i=2	1080,05070	59,96655	65,99502
segmen k=3;reduce payload i=3	269,60617	65,99369	72,02217
segmen k=3;reduce payload i=4	67,19917	72,02735	78,05583
segmen k=3;reduce payload i=5	16,69777	78,07441	84,10288
segmen k=3;reduce payload i=6	4,12302	84,14884	90,17731
segmen k=4;reduce payload i=0	71394,49435	41,76434	47,79282
segmen k=4;reduce payload i=1	17600,42318	47,84576	53,87423
segmen k=4;reduce payload i=2	4398,74612	53,86770	59,89618
segmen k=4;reduce payload i=3	1099,01536	59,89095	65,91943
segmen k=4;reduce payload i=4	274,40847	65,91702	71,94549
segmen k=4;reduce payload i=5	68,42781	71,94866	77,97714
segmen k=4;reduce payload i=6	17,01997	77,99140	84,01988

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	144643,36527	38,69801	44,72648
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	36093,55309	44,72669	50,75517
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	9021,47594	50,74822	56,77669
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	2254,44944	56,77059	62,79906
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	563,15312	62,79473	68,82320
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	140,56658	68,82217	74,85065
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	35,02403	74,85733	80,88581

Tabel B.41 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	305,42338	65,45197	71,48044
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	76,13112	71,48537	77,51384
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	18,91799	77,53224	83,56072
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	4,67771	83,60066	89,62913
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	1,14182	89,72502	95,75349
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,27284	95,94189	101,97036
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,06251	102,34149	108,36996

segmen k=3;reduce payload i=0	269,60617	65,99369	72,02217
segmen k=3;reduce payload i=1	67,19917	72,02735	78,05583
segmen k=3;reduce payload i=2	16,69777	78,07441	84,10288
segmen k=3;reduce payload i=3	4,12302	84,14884	90,17731
segmen k=3;reduce payload i=4	1,00568	90,27639	96,30487
segmen k=3;reduce payload i=5	0,23985	96,50163	102,53011
segmen k=3;reduce payload i=6	0,05445	102,94110	108,96958
segmen k=4;reduce payload i=0	1099,01536	59,89095	65,91943
segmen k=4;reduce payload i=1	274,40847	65,91702	71,94549
segmen k=4;reduce payload i=2	68,42781	71,94866	77,97714
segmen k=4;reduce payload i=3	17,01997	77,99140	84,01988
segmen k=4;reduce payload i=4	4,21598	84,05200	90,08048
segmen k=4;reduce payload i=5	1,03367	90,15717	96,18565
segmen k=4;reduce payload i=6	0,24928	96,33410	102,36257
segmen k=5;reduce payload i=0	2254,44944	56,77059	62,79906
segmen k=5;reduce payload i=1	563,15312	62,79473	68,82320
segmen k=5;reduce payload i=2	140,56658	68,82217	74,85065

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	35,02403	74,85733	80,88581
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	8,69732	80,90713	86,93561
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	2,14629	86,98411	93,01258
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,52270	93,11849	99,14697

Tabel B.42 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 50Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	4,67771	83,60066	89,62913
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	1,14182	89,72502	95,75349
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	0,27284	95,94189	101,97036
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	0,06251	102,34149	108,36996
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,01308	109,13357	115,16204
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00240	116,50595	122,53442
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00034	125,03294	131,06142
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	4,12302	84,14884	90,17731
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	1,00568	90,27639	96,30487
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,23985	96,50163	102,53011
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,05445	102,94110	108,96958

segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,01153	109,68099	115,70947
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00198	117,34182	123,37030
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00031	125,44199	131,47047
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	17,01997	77,99140	84,01988
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	4,21598	84,05200	90,08048
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	1,03367	90,15717	96,18565
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	0,24928	96,33410	102,36257
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,05765	102,69300	108,72148
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,01225	109,42005	115,44852
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,00246	116,39771	122,42618
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	35,02403	74,85733	80,88581
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	8,69732	80,90713	86,93561
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	2,14629	86,98411	93,01258
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	0,52270	93,11849	99,14697
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,12405	99,36506	105,39353
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,02781	105,85865	111,88713
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,00579	112,67709	118,70556

Tabel B.43 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 1 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=0	36359,52348	44,69481	50,72328
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	9085,77693	50,71737	56,74585
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	2269,50703	56,74168	62,77015
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	566,40334	62,76973	68,79821
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	141,11022	68,80541	74,83388
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	35,03784	74,85562	80,88409
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	8,64152	80,93509	86,96357
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	34081,00087	44,97587	51,00434
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	8516,54586	50,99836	57,02683
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	2127,26156	57,02278	63,05126
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	530,92032	63,05070	69,07917
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	132,24302	69,08726	75,11574
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	32,82691	75,13869	81,16717
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	8,09151	81,22069	87,24917
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	143278,60932	38,73918	44,76765

segmen k=4;reduce payload i=1	35694,23781	44,77501	50,80348
segmen k=4;reduce payload i=2	8919,77955	50,79745	56,82592
segmen k=4;reduce payload i=3	2228,20428	56,82144	62,84992
segmen k=4;reduce payload i=4	556,13247	62,84921	68,87768
segmen k=4;reduce payload i=5	138,58249	68,88391	74,91238
segmen k=4;reduce payload i=6	34,41800	74,93313	80,96161
segmen k=5;reduce payload i=0	451315,77075	33,75619	39,78466
segmen k=5;reduce payload i=1	112524,85633	39,78851	45,81698
segmen k=5;reduce payload i=2	28125,00438	45,81007	51,83854
segmen k=5;reduce payload i=3	7028,23456	51,83253	57,86100
segmen k=5;reduce payload i=4	1755,55435	57,85685	63,88532
segmen k=5;reduce payload i=5	438,11700	63,88509	69,91357
segmen k=5;reduce payload i=6	109,15224	69,92066	75,94914

Tabel B.44 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 2 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	566,40334	62,76973	68,79821

segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=1	141,11022	68,80541	74,83388
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=2	35,03784	74,85562	80,88409
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=3	8,64152	80,93509	86,96357
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	2,10274	87,07314	93,10162
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,49763	93,33191	99,36038
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,11127	99,83702	105,86549
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	530,92032	63,05070	69,07917
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	132,24302	69,08726	75,11574
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	32,82691	75,13869	81,16717
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	8,09151	81,22069	87,24917
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	1,96575	87,36570	93,39418
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,46522	93,62437	99,65284
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,10388	100,13557	106,16404
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	2228,20428	56,82144	62,84992
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	556,13247	62,84921	68,87768
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	138,58249	68,88391	74,91238
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	34,41800	74,93313	80,96161

segmen k=4;reduce payload i=4	8,49386	81,00994	87,03841
segmen k=4;reduce payload i=5	2,07142	87,13831	93,16679
segmen k=4;reduce payload i=6	0,49029	93,39647	99,42494
segmen k=5;reduce payload i=0	7028,23456	51,83253	57,86100
segmen k=5;reduce payload i=1	1755,55435	57,85685	63,88532
segmen k=5;reduce payload i=2	438,11700	63,88509	69,91357
segmen k=5;reduce payload i=3	109,15224	69,92066	75,94914
segmen k=5;reduce payload i=4	27,10211	75,97096	81,99944
segmen k=5;reduce payload i=5	6,68434	82,05041	88,07888
segmen k=5;reduce payload i=6	1,62774	88,18513	94,21361

Tabel B.45 Hasil Uji Coba 2 pada *Stego-audio5* dengan *payload* 100Kb dan *Smoothing* Sebanyak 3 Kali

Parameter	MSE	SNR	PSNR
segmen k=2;reduce payload i=0	8,64152	80,93509	86,96357
segmen k=2;reduce payload i=1	2,10274	87,07314	93,10162
segmen k=2;reduce payload i=2	0,49763	93,33191	99,36038
segmen k=2;reduce payload i=3	0,11127	99,83702	105,86549

segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=4	0,02256	106,76782	112,79630
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=5	0,00357	114,77712	120,80560
segmen k=2;reduce <i>payload</i> i=6	0,00052	123,12805	129,15652
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=0	8,09151	81,22069	87,24917
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=1	1,96575	87,36570	93,39418
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=2	0,46522	93,62437	99,65284
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=3	0,10388	100,13557	106,16404
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=4	0,02091	107,09645	113,12492
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=5	0,00333	115,07708	121,10556
segmen k=3;reduce <i>payload</i> i=6	0,00046	123,66324	129,69172
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=0	34,41800	74,93313	80,96161
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=1	8,49386	81,00994	87,03841
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=2	2,07142	87,13831	93,16679
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=3	0,49029	93,39647	99,42494
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=4	0,11099	99,84810	105,87657
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=5	0,02264	106,75257	112,78105
segmen k=4;reduce <i>payload</i> i=6	0,00388	114,41114	120,43961

segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=0	109,15224	69,92066	75,94914
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=1	27,10211	75,97096	81,99944
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=2	6,68434	82,05041	88,07888
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=3	1,62774	88,18513	94,21361
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=4	0,38613	94,43361	100,46208
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=5	0,08730	100,89110	106,91957
segmen k=5;reduce <i>payload</i> i=6	0,01785	107,78374	113,81222

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Muhammad Hanif Amrizal lahir di Surakarta pada 22 Maret 1997. Penulis Menempuh Pendidikan di SD Pilang 1 Randublatung (2003 - 2005), SD Dadapsari No 129 Surakarta (2005 - 2009), SMPN 5 Surakarta (2009 - 2012), SMAN 3 Surakarta (2012 - 2014), dan melanjutkan studi S1 di Departemen Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2014 - 2018). Penulis terlibat aktif di organisasi kampus antara lain Keluarga Muslim Informatika (KMI) sebagai staff departemen syiar periode 2015-2016 dan kepala divisi inventaris periode 2016-2017. Penulis juga aktif dalam kepanitiaan sebagai staff dari sie 3d acara SCHEMATICS 2015 dan Kamjin acara SCHEMATICS 2016. Penulis mengambil bidang minat Komputasi Berbasis Jaringan (KBJ) . Komunikasi dengan penulis dapat dilakukan melalui email: mhanifamrizal@gmail.com.